H. n. a.
68 m

Das

# Gesammtergebniss der Naturforschung

denkend erfasst

von

**Dr. Fr. Michelis.**

> Was du sein konntest, bist du mir gewesen;
> Das Ewige ist nicht in der Natur;
> Zum Bild des Ewigen bist du auserlesen,
> Zum Schein wirst du Gedankenlosen nur.

**Freiburg i. B.**
Fr. Wagner'sche Universitäts-Buchhandlung.
1885.

KÖNIGL. BAYER. BIBLIOTHEK BAMBERG

Druck der Fr. Wagner'schen Buchdruckerei in Freiburg i. B.

# Vorwort.

Dass eine denkende Erfassung des Gesammtergebnisses der Naturforschung gegenwärtig von dem sogenannten Darwinismus nicht gänzlich absehen kann, ist allerdings in den Verhältnissen begründet; man würde sich aber gewaltig irren, wenn man meinte, dass meine Auffassung und Durchführung dem Darwinismus ihren Ursprung oder auch nur einmal ihren Anstoss verdankte. Sie thut es ebenso wenig, wie — nach einem freilich auch noch in unseren Geschichten der Philosophie festgehaltenen Irrtume — Sokrates den Sophisten seinen Ursprung oder auch nur seinen Anstoss verdankt; und wenn ich gerade diese Parallele anziehe, so geschieht es in dem Bewusstsein, dass mein Ziel kein geringeres ist, als im neunzehnten Jahrhundert nach Christus, nachdem jetzt das Material vorliegt, das Verhältniss der Naturforschung zum Denken an dem Punkte wieder aufzunehmen, wo Sokrates im vierten Jahrhundert vor Christus es gelassen hat, da er den Begriff als die Grundlage des Denkens erkennend von der damaligen Naturphilosophie sich abwandte, weil er in ihr keine reale Grundlage fand. Zur weiteren Verständigung über meine Aufgabe füge ich hinzu, dass es die Geschichte des Materialismus von Lange ist, welche ich in meinen Bemerkungen über die Entwicklung der Naturwissenschaft im Verhältnisse zur Geschichte der Philosophie in meinem letzten Abschnitte als das zu verbessernde Objekt im Auge habe. —

Was mein Verhältniss zum Darwinismus angeht, so bitte ich den Leser, mir die wörtliche Aufführung zweier Stellen aus Darwins schliesslichem Hauptwerke: Die Abstammung des Menschengeschlechtes, deutsch von Carus (vierte Auflage), zu erlauben. S. 37 sagt Darwin bei Erwähnung des gelegentlichen Vorkommens anomaler zweiteiliger Bildung des Uterus beim menschlichen Weibe wörtlich Folgendes: »Während der gewöhnlichen Entwicklung des Embryo wird kein derartiger Zustand durchlaufen, und es ist schwer, wenn auch vielleicht nicht unmöglich, anzunehmen, dass die beiden einfachen kleinen primitiven Tubi — wenn der

Ausdruck gestattet ist — wissen sollten, wie sie in zwei getrennte Tubi auszuwachsen haben, jeder mit einer wohlgebildeten Oeffnung und einem Kanal und jeder mit zahlreichen Muskeln Nerven Drüsen Gefässen versehen, wenn sie nicht früher einmal einen ähnlichen Verlauf der Entwicklung, wie bei den noch jetzt lebenden Beuteltieren, durchschritten hätten. Niemand wird behaupten mögen, dass eine so vollkommene Bildung wie der abnorme doppelte Uterus das Resultat blosen Zufalls sein könne. Aber das Princip des Rückschlags, durch welches lange verloren gegangene Bildungen von Neuem ins Leben gerufen worden, mag als Führer für die volle Entwicklung des Organes dienen, selbst nach Verlauf einer enorm langen Zeit.« Also Darwin hält es für möglich, dass der Uterus — wohl gemerkt nicht das ganze organische Wesen blos, sondern dieses einzelne innere Organ für sich, — ein Wissen habe von seiner Entstehung, von der ihm nach Verlauf von xMillionen oder Billionen Jahren gelegentlich einmal wieder eine Reminiscenz kommt. Wenn Darwin diese Ungeheuerlichkeit mit einigem Bedenken ausspricht, so beweist das eben erst recht, dass es ihm mit dem Wissen der Naturwesen im Naturprocesse ein Ernst war. Nehmen wir eine andere Stelle. S. 548, wo Darwin von der Musik Poesie und Redekunst, also von den höchsten geistigen Aeusserungen beim Menschen, spricht, heisst es: »Alle diese Thatsachen werden verständlich, wenn wir annehmen dürfen, dass musikalische Töne und Rhytmen von den halbmenschlichen Urzeugern des Menschen während der Zeit der Brautwerbung gebraucht wurden, in einer Zeit, in welcher Tiere aller Art (der bei weitem grösste Teil des Buches unterhält uns mit Brautwerbungen und Liebesgeschichten der Tiere) nicht nur von Liebe, sondern auch von den starken Leidenschaften der Eifersucht, der Rivalität und des Triumphes erregt wurden.« —

Gegen eine solche Auffassung des Wissens, resp. des Denkens und der Liebe in der Menschheit Polemik zu verschwenden, so sehr auch die Thatsachen nach Aufklärung seufzen, kann man doch einem sich des Denkens bewussten Menschen nicht zumuten; ich frage aber, bis zu welchem Grade geistiger und sittlicher Impotenz wir im Allgemeinen schon versunken sein müssen, wenn man so etwas als Wissenschaft heute der deutschen Nation in vierter Auflage bieten kann!

Nun sind aber solche Absurditäten und Brutalitäten nur die Consequenz der modernsten Naturwissenschaft. Zwar schämt sich die deutsche Universitätswissenschaft noch einigermaassen, diese Consequenzen offen einzugestehen, und fürs Erste ist der Versuch Häckels, aus der naturwissenschaftlichen Verleugnung des Denkens in der Menschheit eine Art Philosophie der Zukunft zu machen, wissenschaftlich als abgewiesen zu betrachten. Dass das aber auf die Dauer nicht vorhalten wird, so lange der ganze Betrieb der Naturwissenschaften auf unseren Universitäten unter

der Leitung und dem Einflusse einer solchen Scheinphilosophie steht, wie es bis jetzt der Fall ist, kann man sich bei richtiger Logik an den Fingern abzählen. —

Nicht jenen brutalen Consequenzen mit einem moralischen Raisonnement, sondern diesem begriffslosen Betriebe der Naturwissenschaften mit der vollendeten Thatsache einer richtigen Auffassung entgegenzutreten, ist die Aufgabe, die ich mir gestellt habe, indem ich mit der durchgeführten Forschung, deren unser Zeitalter mit Recht sich rühmen darf, den sokratischen Begriffsstandpunkt wieder aufnehme. Ich bezeichne meine Naturauffassung desungeachtet nicht als die begriffliche, sondern als die ideale, auf die Gefahr hin, einen Augenblick — im Sinne jenes albernen Unverstandes, welcher sich schon gewöhnt hat, alles Unreale als platonisch zu bezeichnen, — missverstanden zu werden, wenn man nämlich die Tendenz Platons, den sittlichen Begriffsstandpunkt des Sokrates zu einem allgemein wissenschaftlichen und also auch zu einem naturwissenschaftlich giltigen zu erheben, dem in unserer Geschichte der Philosophie noch herrschenden Vorurteile gemäss als ein phantastisches Utopien betrachtet; ein gedankenloses Vorurteil, vor dem allein schon das die Kritik hätte bewahren sollen, dass Platon da, wo er am angelegentlichsten über das Ziel seines Denkens sich ausspricht, als das Wesen seiner Idee die vernünftige Erklärung der Natur bezeichnet. Dieses unsere ganze Philosophie und daher unser ganzes Zeitbewusstsein beherrschende Nichterkennen dessen, was Sokrates und Platon in Wahrheit gewollt haben und auch Aristoteles noch nicht verleugnet hat, ein Nichterkennen, welches dann auch kein wissenschaftlich genügendes Verständniss der christlichen Wahrheit mehr zulässt, niederzukämpfen und abzuthun, habe ich als die Aufgabe meines Lebens erkannt, und ich bin mir mit Gott bewusst, in der Reihe meiner diesem Ziele gewidmeten Schriften (die Philosophie Platons in ihrer inneren Beziehung zur geoffenbarten Wahrheit; Plato mordens; die Geschichte der Philosophie von Thales bis auf unsere Zeit; Kant vor und nach dem Jahre 1770; die Philosophie des Bewusstseins; Platons Theätet mit Beziehung auf Cartesius' Meditationen und die Kritik der reinen Vernunft von Kant) das Ziel erreicht zu haben, wenn auch die Anerkennung unter dem überwältigenden Drucke des weltgeschichtlichen Missverständnisses nur langsam erfolgt. — Mit Beziehung also auf dieses thatsächlich wenigstens überwundene Missverständniss der Idee Platons wage ich es, meine Naturauffassung als die ideale zu bezeichnen, nicht als ob sie neben den Thatsachen stehen sollte, sondern weil das Denken, die Thätigkeit des menschlichen Bewusstseins, und zwar schon in der geringsten Wahrnehmung, an sich etwas Ideales, übersinnlich Reales, nicht aus der Stoffbewegung zu Erklärendes ist. —

Die Anforderung, welche demnach die ideale Naturauffassung an sich

stellen muss, würde von vornherein das Unternehmen als ein unausführbares erscheinen lassen, wenn eine vollständige Beherrschung aller einzelnen Zweige der Naturwissenschaft die unbedingt notwendige Voraussetzung derselben wäre; denn heute steht die Sache so, dass schon derjenige dem Vorwurfe des Schwindels kaum entgehen kann, der auch nur ein Spezialfach eines Zweiges absolut vollständig zu beherrschen meint. Aber diese Voraussetzung wäre nur dann richtig, wenn das Denken selbst, ohne welches doch keine Beobachtung und keine Naturforschung sein kann, materieller Natur und nicht vielmehr diese materialistische Annahme der reine Köhlerglaube wäre, und wenn zur Induktion blos die Sammlung des Einzelnen und nicht vielmehr auch die richtige Erhebung des Allgemeinen aus dem Einzelnen gehörte. Insoweit diese Erhebung nie vollständig sein kann, bleibt das menschliche Streben immer ein unvollendetes, und mein Unternehmen beruht auf der geschichtlichen Erkenntniss, dass in unserer Zeit die Forschung im Einzelnen und die Möglichkeit, der Forschung im Einzelnen denkend zu folgen, weit genug vorangeschritten ist, um im zusammenfassenden Begriffe das zu erreichen, was das vernünftige denkende Bewusstsein des Menschen der Natur gegenüber verlangt, wo dann die Aussöhnung mit den höheren Wahrheiten unschwer erfolgt. — Was mich persönlich betrifft, so habe ich meine philosophischen Studien immer Hand in Hand mit der Naturforschung betrieben, soviel in meinen Kräften stand, ohne die Absicht freilich, je einmal mit einer Ausführung meiner idealen Auffassung über das in Natur und Offenbarung und in dem Formentwicklungsgesetz im Pflanzenreiche und den daran sich anschliessenden kleineren Schriften Geleistete hinaus in die Oeffentlichkeit zu treten. Nachdem Gott es so gefügt und mir Zeit und Musse gegeben hat, habe ich die mir als die wesentlichste sich aufdrängende Arbeit nicht abgeschoben und hoffe ein Resultat erreicht zu haben, mit dem ich dem jetzt als Wissenschaft Geltenden, d. i. unserer ganzen gegenwärtigen Universitätswissenschaft den Fehdehandschuh hinzuwerfen mich nicht zu scheuen brauche; denn darüber wird sich Keiner täuschen, dass die materialisirende Naturwissenschaft, welche den Schöpfungsbegriff durch den naturwissenschaftlichen Entwicklungsbegriff paralisiren zu müssen meint, zunächst die Philosophie, dann die Sprachwissenschaft und Geschichtswissenschaft, weiterhin die Aesthetik, die Ethik, die Theologie, überhaupt alle Fakultäten, die Pädagogik und die ganze Zukunft der Menschheit materialistisch und atheistisch durchsäuert. Es muss anders werden mit der Begründung unseres Menschenbewusstseins, wenn das, Gott sei Dank, noch uns Allen gemeinsame Ziel, die Menschheit sittlich und geistig weiter zu bringen, nicht unseren Händen entgleiten soll.

Was das Maass der Ausführung im Einzelnen angeht, so hoffe ich in keinem Zweige zu wenig, besorge aber fast, in Betreff des Pflanzen-

reiches zu viel gethan zu haben, obwohl ich den Abschnitt drei- und viermal umgearbeitet habe, um ihn auf das richtige Maass zu bringen. Ich konnte an diesem Punkte, wo meine ideale Auffassung ihren innersten Halt hat, der vollständigen Durchführung nicht entbehren und muss denjenigen Leser, welcher sich für das Ganze interessirt, ohne der Botanik speziell mächtig zu sein, bitten, vorab den Abschnitt zu überschlagen und sich etwa bei einem Fachmann ein Urteil über den wissenschaftlichen Wert der Ausführung zu holen, wenn er nicht durch die Auffassung selbst so viel Interesse gewinnen sollte, um die Mühe und die Freude eines nachträglichen Studiums nicht zu scheuen. Ich bemerke, dass durch die jetzt gegebene Ausführung mein »Formentwicklungsgesetz im Pflanzenreiche« noch keineswegs antiquirt ist und die Verlagshandlung den weiteren Betrieb desselben übernommen hat. —

Mit Illustrationen durfte ich mir keinen Luxus erlauben; ich hoffe aber, dass die beiden an gehöriger Stelle angebrachten — die Polytrichumkapsel aus Sachs' Handbuch der Botanik (Engelmann, Leipzig) und die Zelle aus Hansteins Protoplasma (Winter, Heidelberg) — ihre Wirkung nicht verfehlen und so auch einigermaassen Protest erheben werden gegen die spielende Verschwendung, die jetzt in kindischer Weise mit Illustrationen getrieben wird.

Dass ich mich bei meiner Ausführung, resp. Polemik, — denn der Natur der Sache gemäss gestaltet sich die Ausführung der idealen Auffassung als eine fortlaufende Polemik nicht gegen die Thatsachen, sondern die Art und Weise, wie die des Begriffes unmächtige Beobachtung die Kombination der Thatsachen vollzieht bis zur Verleugnung der naturwissenschaftlichen Methode — überall nur auf die bewährtesten Autoren beziehe, wird man aus der Schrift ersehen; ich benutze aber diese Bemerkung zur nachträglichen Erwähnung zweier Schriften, die mir erst am Schlusse meiner Arbeit bekannt geworden sind, weil sie mir als Extreme der wissenschaftlichen Gedankenlosigkeit, der ich mit meiner idealen Naturauffassung entgegentrete, die Grenzpunkte des Gebietes, welches meine Aufgabe umspannt, recht deutlich zu bezeichnen scheinen, nämlich die »Mechanisch-physiologische Abstammungslehre von Nägeli«, und die »Grossen Welträtsel von Tilmann Pesch, S. J.« — Ich konnte beide Schriften nur mehr in meinem Schlussabschnitte berücksichtigen, obwohl sich beide mit meiner Durchführung negativ in interessanter Weise berühren; Nägeli, weil er, obwohl Gegner Darwins, doch in seiner Idioplasmalehre mir nur als ein beredter Zeuge der Begriffslosigkeit gelten kann, deren ich die modernste Naturwissenschaft beschuldige, Pesch, weil er in seinem Scholastizismus so befangen ist, dass er das grosse Werk seines Ordensgenossen Secchi über die Einheit der Naturkräfte nicht zu würdigen weiss, welches ich als eine wesentliche Grundlage meiner Ausführung nicht ver-

leugne. — Wenn nun auch Pesch jenes Ignoriren, welches man meinen wissenschaftlichen Bemühungen bisher entgegengesetzt hat, in einer besonders auffallenden Weise ausübt, — er kommt oft genug auf Natur und Offenbarung zurück, vermeidet aber sorgfältig jede Erwähnung meiner — so hoffe ich doch zu Gott, zu dessen Ehre allein ich gearbeitet zu haben mir bewusst bin, dass dasselbe dieses Mal nicht gelingen wird.

Freiburg i. B., den 10. August 1884.

**Der Verfasser.**

# I. Die Astronomie und das Unendliche.

## Erster Schritt. Das Sonnensystem.

Wenngleich die Erde als Wohnplatz des Menschen und Schauplatz der Entwicklung und Geschichte des Menschengeschlechtes ihre scheinbare Stellung als örtlicher Mittelpunkt des sichtbaren Weltganzen durch die wissenschaftliche Betrachtung unwiederbringlich verloren hat, so müssen wir doch auch für die wissenschaftliche Betrachtung alle unsere genauern Bestimmungen und Begriffe von unserem menschlichen Maassstabe und unserer irdischen Erfahrung hernehmen. Zwar vergessen wir schon bei der Rechnung nach Meilen oder Kilometern des ursprünglich von unserem Körper hergenommenen Maasses und das Meter, durch welches man wissenschaftlich von der feststehenden Grösse der Erde ausgehend die Unsicherheit des Fussmasses zu ersetzen gesucht hat, würde als Einheit festgehalten zu einer schwindeln machenden Vorstellung führen, wenn man nach ihm die Entfernungen ausdrücken wollte, welche der Astronom nach der Anzahl der Jahre bestimmt, in welcher das Licht von einem Sterne zu uns gelangt, weil ihm der Durchmesser der Erdbahn, geschweige denn der Durchmesser der Erde, als Maasseinheit nicht genügt, um die Entfernungen in einer noch irgendwie fassbaren Weise auszudrücken. Aber dennoch bleibt es wahr, dass, wie für die räumlichen Bestimmungen des sichtbaren Weltalls das eigene Körpermass des Menschen oder der Erde, so für die Zeit des Werdens der Wechsel von Tag und Nacht, weiterhin auch selbst für die materiellen Verhältnisse des Wahrnehmbaren z. B. die Dichtigkeit die unmittelbare Erfahrung des Menschen den eigentlichen nächsten Maassstab bildet. So gehen wir auch, wenn wir das sichtbare Weltganze denkend als ein Ganzes erfassen wollen, nicht blos unwillkürlich, sondern mit innerer Nothwendigkeit vom Menschen und daher von der Erde und ihrer Stellung in dem Ganzen aus; wir können es auch wissenschaftlich nicht anders.

Wenn ich dessungeachtet bei der ersten Betrachtung sofort auf das Sonnensystem und weiterhin auf das Weltganze übergehe, so ist das eine Anbequemung an die jetzt als wissenschaftlich geltende Betrachtung, der ich mich mit dem Bewusstsein füge, dass jene alte Anschauung vollständig und wahrhaft im Denken durchgeführt in ganz anderem Sinne freilich, als der Augenschein es uns zeigt, doch auf die Erde als den Wohnsitz des Menschen und den Schauplatz seiner Geschichte als wahren

Mittelpunkt des sichtbaren Weltganzen uns zurückführen wird. Es ist nichts anderes als die Bewältigung des Denkens durch die räumlichen Dimensionen, was zugleich mit der wissenschaftlichen Zerstörung der Illusion, welche die Erde zum räumlichen Mittelpunkt des sichtbaren Weltganzen macht, auch die Grundlage des Glaubens oder wenigstens die wissenschaftliche Erfassung des Glaubens im Bewusstsein der Menschheit zerstört hat. Um in einer naiven Weise den Stand der Sache vorab darzulegen, so ist es mit den falschen Schlüssen aus der verlorenen Stellung der Erde als Mittelpunkt des Universums wie wenn einer meinte, dass im Ei, welches ja in seinen concentrischen Sphären von jeher als ein Bild des Weltalls gegolten hat, der Lebenspunkt im Mittelpunkte und nicht aussen am Dotter, an der Grenze zwischen dem Dotter und dem Weissen, liegen müsse. Diese Ueberwältigung des Denkens durch die räumlichen Dimensionen zu beseitigen, nicht durch eine blos logische, sondern durch eine reale naturwissenschaftliche Betrachtung, muss der erste Schritt der denkenden Erfassung des Ganzen der Naturwissenschaft sein.

Die Erde ist der dritte in der Reihe der neun Planeten, welche die Sonne umkreisen. Wenn ich trotz den jetzt schon die Zahl von dritthalb Hundert übersteigenden kleinen Planeten, welche zwischen Mars und Jupiter kreisen, bei der Zahl Neun stehen bleibe, so ist das nur, um prägnant die Thatsache zu bezeichnen, dass die Reihe der Planeten eine erkennbare Ordnung einhält, wonach die zwischen Mars und Jupiter kreisenden die Stelle nur eines Planeten ausfüllen, ein Umstand, der uns gleich im Anfange unserer Arbeit das wahre Verhältniss der Zahlen zum Begriffe für die naturwissenschaftliche Betrachtung aufweist, weil, wenn auch die Zahl der kleinen Planeten noch um einige Zehner oder Hunderte sich steigern sollte, sie doch nur die Rolle eines Planeten in der Reihe einnehmen. Nicht allein ergänzen die Planetoiden als ein Planet genommen die Reihe, die wenigstens vom Merkur bis Uranus eine mathematisch bestimmbare Anordnung zeigt, sondern die grössere Zahl derselben bewegt sich auch in einem sehr wenig differirenden Abstande von der Sonne und so, dass die Excentricitäten im Mittel den höchsten Wert bei den Planetoiden haben, welche nahezu gleichweit von der Sonne und vom Jupiter entfernt sind, Was die Reihe der neun Planeten angeht, so ist diese bis zum Neptun eine nahezu regelmässige Progression; indem sich die Abstände, die Entfernung der Erde von der Sonne = 10 gesetzt, nach der Reihe 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 169 (= 4, 4 + 3, 4 + 6, u. s. w.) ordnen. wonach auf Neptun 388 kommen müsste, der in Wirklichkeit nur 300 hat, so dass seine Entfernung von der Sonne das 30fache der Entfernung der Erde bildet, ein Verhältniss, wonach uns die Störung des Fortschrittes möglicherweise der Fingerzeig für die reale Gestaltung sein könnte, wenn wir erwägen, dass an zwei Stellen, an der fünften und an der neunten eine solche Unregelmässigkeit, in verschiedener Weise freilich, eintritt. Ueber die Zahl Neun in dem erklärten Sinne bei den Planeten hinauszugehen, haben wir keinen Grund. Der angeblich kleine Planet zwischen Merkur und Sonne hat sich als ein Irrthum ergeben und jenseits des Neptun noch einen Planeten anzunehmen (wie der Neptun jenseits des Uranus berechnet wurde, aus der Störung der Bahn dieses Planeten) dazu ist keine Veranlassung. Wollte man die Thatsache der erkennbaren Ordnung in der Reihe der Planeten desshalb unbeachtet lassen, weil sie nicht eine

streng durchgeführte Progression bildet, so wäre das eine pedantische Uebertreibung der exakten Auffassung, mit der wir in der Naturwissenschaft nicht weit kommen würden. Die Meteore und die Kometen können aber eben desshalb keinen Einspruch gegen die Reihe erheben, obgleich die Planetoiden manches mit ihnen gemein haben, weil sie eben nicht wie diese, in dieselbe sich einfügen. Halten wir demnach die Erde als den dritten in der Reihe der neun Planeten fest, so bekommt diese Bestimmung eine gewisse reale Bedeutung sofort durch den Umstand, dass die Planetoiden nicht blos durch ihre grosse, aber doch nur eine Stelle ausfüllende Zahl, unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen, sondern auch dadurch, dass sie eine deutlich erkennbare Scheidelinie in der Reihe der Planeten bezeichnen, indem die vier zwischen ihnen und der Sonne kreisenden (die ich desshalb als die unteren bezeichne) dichter und mondarm, die vier oberen und äusseren loser und mondreich sind, was wir mit Rücksicht auf die geltende Theorie der Entstehung des Sonnensystems und besonders die Ringe des Saturn wohl als den Unterschied von fertigen und werdenden Planeten bezeichnen können. Die angeblichen zwei kleinen Monde des Mars mögen dahin gestellt sein. Dass die Menge der kleinen Planeten als ein zersprengter betrachtet wurde, war eine unbegründete Vermutung.

Indem wir dann dazu übergehen, die weiteren genauern Bestimmungen zu verwerten, und zwar zuerst die mathematischen ins Auge fassen, so bemerken wir sofort, dass uns das ganze System wie ein regelmässig gedachtes aber gestörtes erscheint. Ganz regelmässig würde das System sein, wenn die Sonne als der Centralkörper auch wirklich im Centrum stände und die Planeten in der Aequatorebene des Centralkörpers so um ihn sich bewegten, dass ihre Axe mit der Axe der Sonne parallel also auf der Aequatorebene senkrecht stände. Wie aber in Wirklichkeit die Sonne nicht im Centrum, sondern in einem Brennpunkte der Bewegung steht, und die Planeten nicht in Kreisen, sondern in Ellipsen sich um die Sonne bewegen, so laufen auch die Planeten in Bahnen, deren Ebene mehr oder weniger geneigt zur Aequatorialebene der Sonne steht, so dass auch ihre Axen in einer zwischen bestimmten Grenzen sich bewegenden Abweichung von der parallelen Lage zur Axe der Sonne begriffen sind. Nehmen wir hinzu, dass für die Monde wieder derselbe Umstand gilt, so ergibt sich, dass die Wirklichkeit unserer sichtbaren Weltordnung das Resultat der Combination ausserordentlich verschlungener Verhältnisse ist, aus dem wir jene einfache und regelmässige Ordnung in der Vorstellung construiren können, ohne aber diese desshalb als die ideale im philosophischen Sinne bezeichnen zu wollen. — In der unmittelbarsten Beziehung zu den Distanzverhältnissen steht die Umlaufszeit der Planeten um die Sonne, beiläufig in ihrer Steigerung der Progression der Distanzen entsprechend von 87 Tagen beim Merkur bis 164 Jahre beim Neptun. Diese nach dem irdischen Maassstabe gemessene Zeit des Umlaufes der Planeten um die Sonne nach ihrer Entfernung von derselben ist aber natürlich nicht der wahre Maassstab ihrer Schnelligkeit, welche sich vielmehr nur aus dem Verhältnisse ihrer eigenen Tage zu ihren eigenen Jahren ergeben kann. Diese hängt zum Theil offenbar von der Grösse des Planeten ab, indem der kleinere Planet einen kürzeren Weg bei der Drehung um seine Axe zurückzulegen hat, als der grössere; aber es können auch noch andere Verhältnisse in Betracht kommen, nämlich

die Intensität der Kraft, womit der Planet seine Drehung um seine Axe vollzieht und weiterhin selbst die Dichtigkeit (die Aggregatzustände) wie wir z. B. auf der Erde die Meeresfluth als ein Hemmungsmoment für die Intensität der Bewegung kennen lernen. Es hängt damit wieder die Abplattung, die grössere oder geringere Abweichung des Planeten von der der Kugelgestalt zusammen und weiterhin alle jene Momente, welche wir als Störung der ideal-regelmässigen Ordnung des Systemes bezeichnet haben. Eine exakte Bestimmung aller dieser Verhältnisse ist zur Zeit nicht möglich und wird auch im vollen Sinne wohl nie möglich sein, wir müssten denn je Teleskope bekommen, welche uns Beobachtung von Flecken und also der Tageszeit auf den Planetoiden oder wenigstens an dem Merkur und dem Neptun ermöglichten. Aber was wir wissen, reicht immerhin aus, um, wenn wir alle Momente zusammenfassen, für die denkende Erfassung der Bedeutung der Stellung der Erde im Systeme eine ganz andere Grundlage zu gewinnen, als die zwar sehr exakt rechnende aber darneben einer zügellosen Phantasie sich hingebende Astronomie bis jetzt gewonnen hat. Ich bemerke, dass ich hier zunächst nur die astronomischen Verhältnisse ins Auge fasse; die kosmogonischen Hypothesen werden später berücksichtigt werden.

Die Reihe der unteren Planeten, in der die Erde die dritte Stelle einnimmt, beginnt im Merkur mit dem kleinsten aber dichtesten Planeten, (seine Dichtigkeit ist nach der Berechnung wie die des soliden Eisens) der die grösste Excentricität, eine mittlere Neigung und keine wahrnehmbare Abplattung hat; schreitet dann fort zur Venus, die an Grösse, Dichtigkeit, Umlaufszeit, Excentricität der Erde nahe kommt, aber nur eine sehr geringe Neigung (3⁰ 23′ 28″,1 gegen 23⁰ 27′ 54,8″ bei der Erde) und keine Spur von Abplattung hat; setzt sich über die Erde hinaus fort im Mars, der an Grösse und Dichtigkeit hinter der Erde wieder weit zurücksteht (seine Aequatorialdurchmesser ist nach den genauesten Bestimmungen 918 geog, Meilen, seine Dichtigkeit 0,7 von der Dichtigkeit der Erde), die Umdrehung um seine Axe nahezu in derselben Zeit, wie die Erde (24 St., 37 M. 23,7 S.) vollzieht, keine, oder jedenfalls nur sehr geringe Abplattung, eine sehr starke Neigung gegen seine eigene Bahn 161⁰ 18′, aber nur eine geringe gegen die Ekliptik (1⁰ 51′,5, 8″) hat, und schliesst dann ab mit der Gruppe der Planetoiden, deren Zahl jetzt schon auf 263 gestiegen ist, von denen wir aber nichts anderes wissen und wissen können, als dass ihre Bahnen (innerhalb der Distanz von Mars bis Jupiter, die den Durchmesser der Erdbahn an Grösse übertrifft) fast kometenartig excentrisch und dem entsprechend die Neigung ihrer Bahn zur Ekliptik ausserordentlich gross ist, dass die überwiegend grösste Anzahl innerhalb einer Distanz von 317 und 586 Mill. Kil. von der Sonne fällt und die Excentricitäten im Mittel den höchsten Werth bei den Planetoiden haben, die nahezu gleichweit von der Sonne und vom Jupiter entfernt sind; endlich dass viele Asteroiden in ihrer Bewegung so zusammenfallen, dass man sie als Paare betrachten kann. Von der Beschaffenheit der Planetoiden können wir nichts wissen; beim Merkur wissen wir nur, dass er ein sehr dichter Körper ist, bei der Venus, die etwas weniger dicht ist, glaubt man Spuren einer Atmosphäre wahrgenommen zu haben, vom Monde, bei dem die Umlaufszeit um die Erde mit seiner Axendrehung der Zeit nach zusammenfällt und der keine Abplattung zeigt, wissen wir gewiss, dass er keine Atmosphäre hat; am Mars sind dunklere und hellere Partien wahrzunehmen, welche

letzteren sich in wechselnder Ausdehnung um die Pole befinden und wohl mit Recht als Eisbildung gedeutet werden.

Jenseits der Gruppe der Asteroiden beginnt dann die Reihe der oberen Planeten mit dem Jupiter, dem mächtigsten aller Planeten, der das Volumen der Erde 1289 mal übertrifft, eine sehr geringe Excentricität und Neigung (nahe der des Mars) aber eine verhältnissmässig bedeutende Abplattung hat, eine sehr geringe Dichtigkeit besitzt (0,24 der Dichtigkeit der Erde), auf der Oberfläche dunklere Streifen zeigt, die sich um den Aequator legen und von vier Monden in einer festzustellenden Distanz umkreist wird. Auf den Jupiter folgen dann die drei anderen äusseren Planeten in einer Reihe, die einen Schluss auf das Gesetz der Entstehung nach den bis jetzt festgestellten Momenten ebensowenig erlauben, wie in der Reihe der innern Planeten. Zwar was die Grösse angeht, so scheint eine fortschreitende Abnahme statt zu finden, indem Saturn nach dem Jupiter der grösste aller Planeten, Neptun aber wahrscheinlich nicht ganz so gross wie Uranus ist. Ein ähnliches Verhältniss scheint auch in Betreff der abhängigen Körper statt zu finden, indem Saturn mit seinem doppelten Ringe und seinen sieben Monden von allen Planeten das komplizirteste System darstellt, worauf dann Uranus mit sechs Monden und Neptun mit einem Monde folgen. Auch die Excentricität und die Neigung ist beim Saturn etwas grösser als beim Jupiter, nimmt aber dann beim Uranus und Neptun fortschreitend ab; an Dichtigkeit übertrifft hingegen Uranus und Neptun den Saturn und kommt fast dem Jupiter gleich. Mit der Abplattung verhält es sich ähnlich, wie mit der Grösse, Neigung und Excentrizität; sie ist beim Saturn grösser als beim Jupiter, nimmt aber dann beim Uranus und Neptun ab, bei dem keine Abplattung wahrgenommen wird. Auf dem Saturn endlich sind dunkle Streifen in der Aequatorialgegend beobachtet worden; Uranus und Neptun bieten bis jetzt der Beobachtung nichts derartiges und auch keine Flecken.

Constatiren wir hiernach den Stand unserer Erkenntniss nach dem ersten Gange unserer Betrachtung, so ist es dieser. Wir auf Erden erfreuen uns als der nächsten materiellen Grundlage unseres Lebens des dreifachen Aggregatzustandes im Stoffe, als Festen Tropfbarflüssigen und Luftförmigen, welcher bedingt ist durch den Antheil an Wärme, die unserem Planeten theils bei seiner Entstehung in dem Systeme an seiner Stelle zu Theil geworden ist, theils von der Sonne her beständig zu Theil wird und mit dieser Constitution der Aggregatzustände hängen thatsächlich alle die anderen Momente, die Grösse der Umlaufszeit, die Excentricität und der Neigung so zusammen, dass eine wesentliche Aenderung in diesen Verhältnissen auch eine Aenderung derselben bewirken müsste. Wir können nicht behaupten oder wenigstens nicht nachweisen, dass aus einer Ansammlung des Stoffes an dieser Stelle im Systeme, die jetzt unsere Erde einnimmt, durch diese Masse, mit dieser Excentricität Neigung und Umlaufszeit eine solche Gestalt, Abplattung und physische Constitution entstehen musste, wie sie unsere Erde bietet; aber wir können mit Sicherheit sagen, dass z. B. beim Jupiter, der eine andere Dichte Grösse Abplattung Excentricität Neigung hat, ein Aggregatzustand, wie er auf unserer Erde die Grundlage des physischen Lebens bildet, nicht stattfindet und nicht stattfinden kann; und dass daher für die wissenschaftliche Betrachtung und für das Denken, so lange wir als Naturforscher mit gegebenen Faktoren rechnen, der Standpunkt, wonach wir die

spezifischen Momente, welche die Stellung der Erde im Sonnensysteme ausmachen, als die Bedingung zur Herausbildung der Aggregatzustände als physischer Grundlage des Lebens auf ihr erkennen und nicht umgekehrt, weil auf Erden eine solche Beziehung stattfindet, nun auch mit Vernachlässigung der spezifischen thatsächlichen Verhältnisse auf die gleiche oder ähnliche Wirkung bei den anderen Planeten schliessen, nicht allein berechtigt, sondern vielmehr der einzig wissenschaftlich berechtigte ist. Fassen wir dann von diesem Gesichtspunkte aus die Stellung der Erde ins Auge, so können wir allerdings zu einer hinreichend gesicherten Erkenntniss der Bedeutung derselben gelangen. Weder auf dem Centralkörper, der Sonne, welche wir jetzt mit Sicherheit als eine ungeheure die Erde um 1,251,000 mal an Grösse übertreffende Masse, deren mittlere Dichtigkeit auf $1/_4$ der Dichtigkeit der Erde berechnet wird und die sich in einer unermesslichen Gluth befindet, noch von der anderen Seite bei den äussereren Planeten, deren Dichtigkeit im Saturn nur $1/_7$ von der Dichtigkeit der Erde erreicht, können wir uns einen Aggregatzustand, wie den irdischen als physische Grundlage des Lebens denken und es hat demnach seine wesentliche Bedeutung, dass die Erde der Reihe der unteren Planeten angehört, welche eine mittlere Stellung zwischen der Glut des Centralkörpers und der schwachen Condensation der äusseren Planeten einnehmen. Aber auch für die Stellung der Erde in der Reihe der unteren Planeten wiederholt sich dieselbe Bemerkung, dass die Erde, und zwar hier, wenn wir die Planetoiden für einen rechnen, als der dritte unter den fünf, genau die mittlere Stellung einnimmt, und diese Bemerkung findet dann ihren Abschluss darin, dass vom Merkur an durch die Venus bis zur Erde eine Abnahme der mittleren Dichtigkeit stattfindet, welche sich dann beim Mars noch um etwas steigert, bei den meteoritenartigen Planetoiden aber entsprechend ihrer an den Merkur erinnernden grossen Excentrizität wohl wieder einer grösseren Verdichtung weichen möchte. Das mag dahingestellt sein; dass wir aber durch alle diese Verhältnisse zu dem wissenschaftlichen Schlusse berechtigt sind, dass eben nur die Erde vermöge ihrer Stellung im Systeme jenes Maas der Zusammenwirkung zwischen der Wärme und dem (ponderablen) Stoffe erlangte, welche die richtige Constituirung des Stoffes in den drei Aggregatzuständen bedingte, das ist eine Erkenntniss, die wir uns nicht rauben lassen. Beim Merkur ist wie beim Monde keine Atmosphäre, bei der Venus schwache Andeutungen; der Mars hat deutlichere Anzeichen von Zuständen, die denen der Erde ähnlich sind, aber nicht von fern zu einem Schlusse auf identische Zustände berechtigen; noch viel weniger ist dies bei den äusseren Planeten der Fall. Ich wiederhole also meine Behauptung; nicht ich bin es, der sich der teleologischen Ungebühr, welche die Weisheit Gottes darin erblickt, dass die grossen Städte an den grossen Flüssen liegen, schuldig macht, wenn ich behaupte, dass nach unserer Erkenntniss nur an der Stelle, die jetzt unsere Erde einnimmt, bei der Schöpfung durch das Zusammenwirken von Wärme und (ponderablen) Stoffe jene Disposition in den Aggregatzuständen als Grundlage des organischen Lebens entstand. Meine Behauptung steht genau auf derselben Grundlage, als wonach der Chemiker die bestimmte Wirkung seines Experiments nur von den richtig vorbereiteten Bedingungen erwarten kann. Nur die Quantität unterscheidet den Prozess der Bildung der Erde und des Sonnensystems von dem, den der experimentirende Naturforscher

unter Händen hat; durch die Quantität aber darf das wissenschaftliche Denken in seinen Schlüssen sich nicht bestimmen lassen.

Wir werden nun aber durch diese erste Betrachtung noch zu einer anderen Bemerkung in Betreff der Verirrung der jetzt geltenden wissenschaftlichen Naturauffassung geführt. Ich bemerkte schon oben, dass mathematisch oder mechanisch genommen das wirkliche Sonnensystem nur als ein gestörtes oder verschobenes mathematisches Ideal erscheint. Nun würden wir, wenn wir auch dieses Ideal in der Vorstellung in der Weise uns herstellen, dass die Planeten in genau bestimmten Richtungen und etwa in demgemäss zunehmenden oder abnehmenden Grösse und Dichtigkeit in Kreisen mit senkrecht auf die Aequatorialebene der Sonne gestellten Axe um den Centralkörper sich bewegten, wir würden, sage ich, auch dann uns sagen müssen, dass das für die Erklärung aufgestellte Gesetz der Gravitation begreiflicherweise wohl wie ein berauschender grosser Gedanke auf die Erkenntniss wirken, aber keineswegs bei ruhiger Besinnung eine wirkliche Erklärung der Erscheinung geben konnte; wie dann die sofort auftauchende Frage nach dem leeren Raume und der Möglichkeit der Wirkung in die Ferne den unbefriedigten Zustand des Denkens bekundete. Die mathematisch-mechanische Auffassung reichte hin, um die Beziehungen in dem bestehenden Sonnensysteme zu berechnen und, was die grösste That dieser Berechnung ist, aus den Störungen in der Uranusbahn das Vorhandensein eines noch ferner liegenden Planeten zu erschliessen; aber selbst bei Voraussetzung jenes vorgestellten regelmässigen idealen Systemes haben wir, wenn wir auch die Massenanziehung als das eigentliche Wesen der Gravitation gelten lassen, doch für die Bewegung weder für die Axendrehung noch für die Bewegung der Planeten um die Sonne und der Monde um die Planeten oder gar für die Schiefe der Ekliptik irgendwie eine Erklärung und wir sind und bleiben hier nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft lediglich auf den mythischen ersten Stoss angewiesen, der auch durch die jetzt geltende kosmogonische Hypothese nur hinausgeschoben wird. Noch viel mehr müssen wir uns aber des Defektes unseres Wissens bewusst werden, wenn wir die Mannigfaltigkeit der Momente ins Auge fassen, welche in der Störung und Verschiebung des regelmässig gedachten Systemes zum Ausdruck kommen. Dass die Excentricität mit der Abweichung der Planetenbahnen von der regelmässigen Kreisform zusammenhängt oder vielmehr zusammenfällt, ist selbstverständlich und dass dieses Grundverhältniss in der Wirkungsweise der bewegenden Kraft, in dem ersten Stosse, wie wir vorläufig noch sagen müssen, seine Erklärung finden müsste, sehen wir wohl ein; auch dass, wie wir schon bemerkten, die Verschiedenheit der Excentricität, der Neigung, der Dichtigkeit und Grösse mit einander zusammenhängen; aber Rechenschaft können wir uns darüber vorläufig keine geben und nicht allein zulässig, sondern, wie wir gesehen haben, wissenschaftlich motivirt ist allein der Schluss oder die Annahme, dass es eben die Kombination aller dieser Verhältnisse war, welche unsere Erde durch die Constituirung der Aggregatzustände zum Schauplatze des organischen Lebens und weiterhin des Menschen und seiner Geschichte befähigte. Dass wir uns schon hiedurch auf den wahrhaft teleologischen und richtig theologischen Weg d. h. auf Gott den Schöpfer hingewiesen sehen, verläugnen wir nicht; aber vorerst haben wir noch viele Mittelstufen durchzumachen und uns davor zu hüten, dass wir nicht zu früh an den Schöpfer appelliren und dadurch in den Fehler

derjenigen Teleologie und Theologie verfallen, welche eben durch ihre Vorschnelligkeit die Verwechslung Gottes mit den Naturkräften und dadurch das scheinbare Recht der ungläubigen Naturauffassung begründet oder veranlasst hat. —

Kehren wir jetzt zur Beschreibung des Sonnensystemes zurück, so haben wir dasselbe noch zu ergänzen durch die Meteoriten und die nach unserer jetzigen Kenntniss mit den Meteoriten mehr oder weniger zusammenfallenden Kometen, indem diese als Schwärme von Meteoriten oder wenigstens im engen Zusammenhange mit den Meteoriten stehend sich ausgewiesen haben, wobei jedoch zu bemerken ist, dass, da auch die hellen Kerne der Kometen die Sterne noch durchscheinen lassen, sicher nicht an so solide Massen zu denken ist, wie sie in den Meteoriten auf unsere Erde gelangen.

Auf die Bedeutung, welche die Meteorite vermöge ihrer stofflichen Bestandtheile für unsere Kenntniss des Weltganzen haben, insofern sie die einzigen Körper sind, welche aus dem Himmelsraum zu unmittelbarem Contakt auf die Erde gelangen, werden wir später zurückkommen; die Bedeutung dieser Erscheinung im allgemeinen, welche als Ergänzung unserer Kenntniss des Sonnensystems in neuester Zeit immer mehr sich aufdrängt, können wir in folgenden drei Punkten zusammenfassen. Erstens wird durch die ungeheure Anzahl, womit diese Körper entweder als greifbare Massen auf die Erde niederkommen, oder als vereinzelte Lichterscheinungen in Sternschnuppen und Feuerkugeln am Himmel auftreten oder endlich in der oft so gewaltigen und imposanten Erscheinung der Kometen ihr Dasein ankündigen, unsere Vorstellung von stofflicher Erfüllung des Raumes, auch noch ganz abgesehen von der Frage, ob wir von einem absolut leeren Raume mit Recht sprechen dürfen, doch gar sehr modifiziert wird. Dieser uns leer erscheinende Himmelsraum muss doch in ganz anderer Weise, als wir uns vorzustellen pflegen, mit ponderablen nach Umständen zu leuchtenden und selbst zu greifbaren Massen sich verdichtenden Stoffen erfüllt sein; das bekundet unmittelbar diese Erscheinung. Zweitens aber werden wie durch dieselbe viel lebendiger, als es schon durch die Beobachtung an den Planeten, namentlich des Unterschiedes der oberen und unteren Planeten der Fall ist, in den lebendig fortdauernden Werdeprozess der Stoffgestaltung eingeführt. An den Kometen sehen wir durch die Auflösung des Kernes in den Schweif bei Annäherung an die Sonne diesen Prozess mit Augen; die Feuerkugeln, sagt Klein, sind kleine Kometen, die durch den Raum irren und sowohl von den Planeten als den grossen Kometen angezogen sich mit diesen vereinigen. Da die Kometen ihrerseits auch wieder Massen ausscheiden, so sind sie einer fortwährenden Veränderung unterworfen und wenn sich einige auflösen und verschwinden, so kommen andere periodisch an Grösse und Masse zusammen. — Dass die Meteorsteine Verdichtungen solcher Massen sind, welche uns im Weltraume nur als leuchtende Körper erscheinen, wenn sie in den Bereich der Anziehungskraft der Erde getreten sind, ist gewiss eine berechtigte und nahe liegende Annahme. Dass sich hier ganz neue Fragen für die denkende Beobachtung aufthun, fühlt die Wissenschaft wohl. Ein Komet, sagt Klein, der aus mehreren Millionen von Meteorsteinen bestände, deren jeder ein Zentner wöge, würde trotzdem noch nicht $^1/_{1000\,000\,000\,000}$ der Erdmasse erreichen und könnte selbst dann, wenn er der Erde auf 0,002 der Sonnenentfernung nahe käme, die Länge des

siderischen Jahres noch nicht um $^1/_{5000}$ Sekunde ändern. Wie derartige Massen von kosmisch kleinsten Individuen ein Ganzes bilden, in dem jeder einzelne Theil seine Selbständigkeit besitzt, ist ein schwieriges und noch ungelöstes Problem in der Dynamik, gleich der ungestörten Bewegung von Myriaden Sonnen in kugelförmigen Sternhaufen. Es ist unzweifelhaft, dass man bei den Kometen hier mit der Gravitation allein nicht ausreicht, sondern dass noch andere physikalische Kräfte berücksichtigt werden müssen, die wir freilich augenblicklich noch nicht in Rechnung bringen können.» Allerdings; aber könnte nicht die Vorstellung von den Kometen als einem Schwarme fester Meteoriten ebenso gut wie die Myriaden von Sonnen in einem Sternhaufen eben nur ein Moment in dem Processe der Stoffvertheilung und Stoffgestaltung sein, dem wir nach unserer irdischen Erfahrung eine ganz andere Bedeutung beilegen, als er in Wirklichkeit hat? — Drittens werden wir durch die Kometen, für welche nicht eine elliptische Bahn um die Sonne nachgewiesen werden kann, in einen gewissermassen unmittelbaren Rapport mit dem ausserplanetarischen Weltraume gesetzt; denn auch auf den Fall, dass die bisher nur als parabolisch oder hyberbolisch berechenbaren Kometenbahnen in Wirklichkeit elliptische sein sollten, so führen uns diese doch weit über den Neptun, dem unseres Wissens äussersten Körper unseres Planetensystemes in den Weltraum hinaus. — Dass die Kometen und speziell die die Grenze des Planetensystems überschreitenden Planeten durch ihre Excentricität und starke Neigung mit dem Schwarme der Planetoiden in einer gewissen Analogie stehen, muss uns schon hier einleuchten, und wir können ahnen, dass in dieser Analogie uns ein ganz neues Moment geboten wird für die Erkenntniss der Bedeutung der Stellung der Erde im Sonnensysteme und im Weltall, deren ersten Anhalt wir in ihrer Stellung als dritter in der Reihe der unteren Planeten gefunden haben. — Was die Sonne selbst angeht, so werden wir durch die neuesten Forschungen immer bündiger zu der Annahme geführt, dass der in ihr unterhaltene Verbrennungsprozess auf einem lebendigen Rapport mit dem im Raume vertheilten Stoffe beruht.

## Der zweite Schritt. Die Region der Fixsterne.

Wenn Abends nach Sonnenuntergang der Himmelsraum sich verdunkelt, so sieht man erst einige wenige hellere Fixsterne hervor leuchten; allmälig vermehrt sich die Anzahl, nicht blos weil die Dunkelheit zunimmt, sondern auch, weil das Auge sich übt, auch die weniger hellen wahrzunehmen. So bleibt die Anzahl der Fixsterne immer eine verschiedene, je nach der Sehkraft des Individuums. Auf demselben Flächenraum, wo Argelander 3256 Fixsterne 1—6 Grösse wahrnahm, konnte Heis deren 4701 zählen. Beim Gebrauche des Teleskopes steigt die Anzahl der wahrnehmbaren Fixsterne mit der Vervollkommnung des Instrumentes. Argelanders Karte der nördlichen Hemisphäre zählt 324,198 Fixsterne 1—9 Grösse. Je tiefer das Teloskop in den Himmelsraum eindringt, desto grösser wird die Anzahl der Fixsterne resp. dieser aus dem dunklen blauen Hintergrund hervorstrahlender Punkt, so dass ihre Zahl auf Millionen steigt, jedoch nicht nach allen Richtungen in demselben Maasse; am meisten in der Richtung der Milchstrasse, weniger in der Richtung nach den Polen der Milchstrasse, die nahezu aber nicht ganz wie ein

grösster Kreis das Himmelsgewölbe umspannt; aber auch je mehr die Anzahl der Punkte sich vermehrt, desto schwächer wird der Lichtglanz, so dass das teleskopische Sehen eigentlich nur in einer verstärkten Weise jenen Charakter der Relativität und Subjektivität in der Bestimmung des wahrgenommenen Objektes ausspricht, den wir in der Wahrnehmung mit dem unbewaffneten Auge erkannten. — Was ist nun dieses dunkle blaue Himmelsgewölbe über uns oder genauer gesprochen um uns? Was sind diese Lichtpunkte, die uns aus demselben entgegenstrahlen? Was hat die Wissenschaft bisher geleistet, um diese Fragen zu beantworten? — Was zunächst das feste blaue Gewölbe über uns und um uns angeht, so können wir, so wenig wir trotz des soliden Fortschrittes, den die neueste Beobachtung in der Erkenntniss der stofflichen Grundlage des Weltganzen gemacht hat, im Stande sind, in die stoffliche Analyse desselben so einzudringen, dass wir diese Frage beantworten könnten, doch soviel mit absoluter Sicherheit sagen, dass es mit zu dem Scheine gehört, den uns die Erde und unseren Standpunkt auf ihr als den ruhenden Mittelpunkt des sichtbaren Weltgebäudes betrachten lässt. Wir halten diesen Schein eines uns umgebenden blauen Himmelsgewölbes fest, so gut wie wir mit der Erde in rapider Schnelligkeit die Sonne umkreisend durch den Weltraum geführt werden ohne von dieser Bewegung unmittelbar etwas wahrzunehmen; nachdenkend aber müssen wir uns sagen, dass auch das feste blaue Himmelsgewölbe nichts anders sein kann, als der Schein, den die unsere Erde umgebende Atmosphäre im Zusammenwirken mit dem den Weltraum erfüllenden Stoffe für unsere Wahrnehmung auf Erden erzeugt. — Was dann zweitens die hellen Punkte an dem dunklen Gewölbe angeht, so ist zunächst zu constatiren, dass wenigstens hier bei der Betrachtung des Fixsternhimmels die exakte wissenschaftliche Forschung noch keineswegs unbedingt sich zu jenem Schwindel einer räumlichen Unendlichkeit und einer Unendlichkeit von Welten fortreissen lässt, den die die Wissenschaft nicht beachtende Phantasie, je nachdem sie einem religiösen oder einem irregeligiösen Zuge folgt, entweder im Dienste einer sentimentalen Bewunderung der Grösse des Schöpfers, oder im Dienste eines trostlosen Atheismus und Materialismus sich hingibt. «Nichts beweiset», sagt Klein: der Fixsternhimmel p. 318, «dass der unendliche Raum auch von einer unendlich grossen Menge von Materien angefüllt sei oder gar sein m ü s s e; es ist vielmehr überwiegend wahrscheinlich, dass die Menge der Materie im Raume begrenzt sei», wozu ich bemerke, dass ich mir die Korrektur des Denkens, welches einen unendlichen Raum bei einer endlichen Materie glaubt statuiren zu dürfen, für eine andere Stelle vorbehalte. «Ist dieser gigantische Complex», fragt Mädler, «nach der Betrachtung der Fixsternwelt, nun das Universum oder mindestens der Theil desselben, der unser bewaffnetes Auge durchdringt? Keineswegs. Es ist nur eine einzelne der Weltinseln, deren ungezählte Tausende im Oceane des Himmelsraumes schweben . . . Welche einzelne Bestandtheile nun das Ganze bilden mögen, ob die bisher aufgestellten Kategorien «Fixsterne und Planet» mit den uns bekannten Nebenformen Alles das erschöpfen, was hier zur Anschauung kommen würde, wenn uns eine solche in hinreichendem Maasse vergönnt wäre, darüber sind wohl kaum noch Muthmassungen zulässig.» Solche Worte streifen nahe genug an jenes unwissenschaftliche Staunen phantastischer Vorstellung, welches wir denkend überwinden wollen, aber sie beweisen doch auch schon, dass nur der nicht richtig gedachte Be-

griff des Unendlichen den Astronomen, der sich von der Illusion eines Oceans des Himmelsraumes noch nicht befreit hat, in dieser wenigstens fragenden Ungewissheit lässt, die denkend zu überwinden uns der wirkliche Stand der Beobachtung die hinlänglich sichere Hand bietet. —

Das erste ist, dass uns die Fixsterne für die mathematischen Bestimmungen nur als helle Punkte, als Lichtquellen, erscheinen im Unterschiede von den Planeten, welche im Teleskop als Körper mit einem messbaren Durchmesser sich darstellen. Dass dieses bei den Monden des Saturn und Neptun nicht mehr der Fall ist wegen der ausserordentlichen Kleinheit und Entfernung, kann diesen Unterschied nicht aufheben, wenngleich wir darin einen Wink erblicken dürfen, dass wir bei unserem Urtheile über die Natur der Fixsterne diese Verhältnisse zu berücksichtigen angewiesen sind. Was uns jetzt die Astrophysik über die Verschiedenartigkeit des Lichtes der Fixsterne und die daraus zu erschliessende Verschiedenartigkeit der stofflichen Zusammensetzung derselben gelehrt hat, gehört vorläufig noch nicht hierher, wo wir es nur noch mit den mathematischen Verhältnissen zu thun haben. — Es bildet aber dieser Unterschied zwischen den Planeten und Fixsternen als Beobachtungsobjekt den ersten festen Grundstein zur Korrektur der phantastischen Vorstellungen, welcher sich das nicht exakte Denken hinzugeben geneigt ist. Indem wir bei den Planeten in ihrem Verhältnisse zur Sonne aus den gegebenen mathematischen Elementen die Distanzen zu berechnen im Stande sind, so kommen wir zu einer deutlichen Erkenntniss des ungeheuren Raumes, den unser Sonnensystem einnimmt und wodurch wir daher von den nächsten Punkten der uns umgebenden Fixsternwelt getrennt sind. Der Halbmesser des Raumes, den das Sonnenstystem einnimmt, berechnet sich auf Grundlage der Umlaufszeit der Kometen von 1850 von 28,800 Jahren zu 37,000,000,000 Meilen und es ist ein bei allen Astronomen ausgesprochenes Resultat der Beobachtung, dass unser Sonnensystem einen verhältnissmässig leeren Raum innerhalb der Fixsternwelt einnimmt. Nur mittelbar können wir dann von diesen im Sonnensystem festgestellten Distanzen aus die Entfernung der Fixsterne berechnen lediglich auf Grundlage der Stärke des Lichtglanzes. Weltkörper, welche aus der Entfernung, welche die ausser unserem Sonnensystem befindlichen Fixsterne jedenfalls haben müssen, uns noch ein mehr oder weniger helles Licht zusenden, müssen eine nach dem Grade des Glanzes berechenbare Entfernung von uns haben und es ergibt sich nach der Berechnung, dass jener Halbmesser des Sonnensystemes etwa $^1/_{120}$ von der Entfernung des hellen Fixsternes $\alpha$ Centauri ist.

Müssen wir nun zugestehen, dass die ganze Grundlage dieser Berechnung der Entfernung, der Fixsterne der Unterschied in der Menge des Lichtes, welches sie uns zusenden, auch wenn wir die photometrischen Bestimmungen auf den Grad der Genauigkeit gebracht sehen, der jetzt (durch Zöllners Photometer) erreicht ist, eine sehr prekäre ist, so ergibt sich weiterhin, dass dieselbe mit ihren Schlüssen auf die körperliche Grösse und auch auf die Eigenbewegung der sogenannten Fixsterne auf unerwiesenen Voraussetzungen beruht. Es wird dabei eine gleichmässige Verteilung der Fixsterne durch den Raum und eine gleichmässige Leuchtkraft vorausgesetzt, denn nur unter dieser Voraussetzung kann der Schluss von dem grösseren Glanze auf die mindere Entfernung und der damit in Verbindung stehende Schluss auf die körperliche Grösse zu Stande

kommen. Wie, wenn der stärkere Glanz der helleren Fixsterne nur durch einen intensiven Prozess der Lichterzeugung bedingt wäre? «Erst die Zukunft», bemerkt Mädler, «wird entscheiden können, ob die Massenfülle oder anderseits die spezifische Leuchtkraft für alle Himmelsgegenden in so weit gleichgesetzt werden kann, dass man berechtigt ist, die etwa vorkommenden Abweichungen als lokal zu betrachten.» Offenbar befinden wir uns hier auch mit der weitgehendsten wissenschaftlichen Forschung noch in derselben subjektiven Relativität unserer Erkenntniss, die wir in der Bestimmung der Zahl der Fixsterne anerkennen mussten, die dem nicht korrigirten Denken als eine unendliche erscheint. Auch hat die Beobachtung oder Berechnung schon vielfach sich selbst korrigirt. Klein führt aus (p., 122), dass eine Berechnung von Struve auf Grund der Voraussetzung einer gleichförmigen Vertheilung der Fixsterne im Himmelsraume aus der Häufigkeit des Vorkommens von Fixsternen verschiedener Grössen für die den einzelnen Helligkeitsklassen durchschnittlich zukommende Entfernung durchaus nicht stimmt mit dem Resultate einer anderen Berechnung auf Grundlage der Voraussetzung, dass die wahre Eigenbewegung durchschnittlich gleich und die scheinbare Verschiedenheit blos durch die Entfernung bedingt ist. Ein anderer überaus wichtiger Umstand, auf den erst die neueste Forschung aufmerksamer geworden ist, ist die Extinktion des Lichtes auf seinem Wege durch den Weltraum. Wo sich nach Herrschels Berechnung in der sternreichsten Gegend der Milchstrasse 3021 Sterne im Gesichtsfelde des zwanzigfüssigen Teleskopes hätten finden müssen, zeigen sich in Wirklichkeit nur 588. Nach der auf dieser Grundlage angestellten Rechnung vermindert sich die raumdurchdringende Kraft des Teleskopes und damit auch die Grösse der Distanzen ganz ausserordentlich; und wenn wir dann die weitere Beobachtung hinzunehmen, dass diese Extinktion des Lichtes durch den den Weltraum erfüllenden unwägbaren oder auch wägbaren Stoff bei den Fixsternen erster Grösse zwar noch sehr gering ist, dann aber in rascher Progression bei 6 Grösse auf 8 Prozent, bei 9 Grösse auf 32 Prozent, bei den schwächsten auf 88 Prozent steigt, so können wir schon ahnen, dass wir hier an den Punkt kommen, wo wir die Relativität unserer subjektiven Wahrnehmung in Uebereinstimmung mit der objektiven der Stofferscheinung erfassen, was, wie wir sehen werden, der Punkt des korrekten Denkens ist. Zunächst bringen wir uns zum Bewusstsein, dass wir uns durch diese zweideutige Lage der mathematischen Berechnung in der Fixsternwelt nicht an der Erkenntniss irre machen lassen, dass wir da, wo und soweit wir concentrirte Lichtquellen wahrnehmen, auch ein Walten des Gesetzes der Concentration annehmen müssen, welches wir auf unserer Erde und im Sonnensystem unter dem Begriffe der Gravitation als das zusammenhaltende Band des Bestandes erkennen. Darin werden wir dann noch mehr bestärkt durch die Erkenntniss der wirklichen Eigenbewegung der Fixsterne, deren Feststellung im Unterschiede von der scheinbaren Bewegung oder Verschiebung in der Stellung der Fixsterne, welche durch die verschiedene Stellung unserer Erde auf ihrer Bahn um die Sonne bedingt ist, unter Berücksichtigung der Bewegung, welche unsere Sonne selbst wie die Fixsterne im Himmelsraume macht, der wahre Triumph der neuesten berechnenden Astronomie ist. Natürlich könnte von einer solchen wirklichen Eigenbewegung nicht die Rede sein, wenn nicht die Fixsterne als Lichtquellen wirklich konzentrirte also dem Gesetze der Gravitation gehorchende Stoffansammlungen

waren. Nur müssen wir auch hier wieder sofort den durch die Beobachtung festgestellten Umstand bemerken, dass auch die beobachtete Eigenbewegung der Fixsterne mit dem Grade der Helligkeit im graden Verhältnisse steht. Sehr beträchtliche Eigenbewegung findet sich demnach, sagt Klein nach Zusammenstellung des Beobachteten, als Ausnahme und zwar unter den Fixsternen erster Grösse häufiger als unter denjenigen von geringerem Glanze. Bei den höheren Grössenklassen, also bei geringerer Helligkeit, trifft man starke Eigenbewegung um so seltener, je geringer die Helligkeit ist. Wir haben daher Grund zu der Annahme, dass unter den teleskopischen Sternen der höheren Klassen von der 7 an nur noch ausnahmsweise hier und da ein Stern von mehr als 100″ sekularer Eigenbewegung wird angetroffen werden. Wir sehen also die Anzahl, die Distanzen, die Grösse, die Eigenbewegung alles dieses sind Momente, welche für unsere Erkenntniss in dem Grade der Helligkeit der Fixsterne bedingt sind. Wenn wir nun trotz diesem prekären Stande und dieser Relativität in der mathematischen Berechnung doch darüber nicht zweifelhaft bleiben, dass wir, so weit wir ein Gesetz der Concentration der Lichtquellen in der Fixsternwelt erkennen, so weit auch ein Gesetz der Gravitation anerkennen müssen, so sind wir doch mit dieser Anerkennung noch weit entfernt von den Phantasien, welche aus den Fixsternen eben so viele Sonnen mit ihren Planetensystemen macht. Vielmehr spricht alles, was wir weiterhin durch die Beobachtung erfahren, gegen eine solche Vorstellung. Was zunächst die Beobachtung von Doppel-, dreifachen und mehrfachen Sternen angeht, welche noch die meiste Aehnlichkeit mit einer auf der Gravitation beruhenden Beziehung von einzelnen Weltkörpern auf einander nach Weise unseres Sonnensystems zu bieten scheint, so ist doch die Bewegung von Fixsternen um einander d. h. um einen idealen Mittelpunkt etwas ganz anderes, als das Verhältniss der Planeten um die Sonne und in dem so überwiegend häufigen Vorkommen namentlich von Doppelsternen (Klein zählt mehr als 1200 Doppelsterne auf, deren Bewegung festgestellt ist; auch hier fallen verhältnissmässig die meisten auf die helleren Sterne) können wir zunächst nichts anderes erblicken, als dass wie in der ganzen Stoffentwicklung, d, h. in der ganzen sichtbaren Natur, so auch am Sternenhimmel das Gesetz der Dualität zu einer überwiegenden Geltung kommt. Wenn man sich auf die dunklen Körper, auf die die Störung in der Bewegung des Sirius und des Prokyon hinzuweisen scheint, beruft, so würden wir ja hier vielmehr den entgegengesetzten Fall von unserem Sonnensysteme haben, weil hier der Centralkörper der nicht leuchtende sein müsste; obgleich ich gestehe, mir von solchen dunklen Massen im Himmelsraume überhaupt heinen Begriff machen zu können. Das, wenn man die bekannt gewordenen Fälle zusammenzählt, keineswegs seltene, sondern ziemlich häufige Aufleuchten neuer Fixsterne, sowie die Veränderlichkeit in der Lichtstärke, welche bei einer sehr grossen Anzahl von Fixsternen eine periodische Abnahme und Zunahme des Lichtglanzes zeigt, und welche doch nur ziemlich willkürlich mit der, wie es scheint, ebenfalls periodischen geringeren oder grösseren Verdunkelung der Sonnenscheibe durch dunkle Flecken in Parallele gebracht werden kann, sprechen doch wohl schon viel mehr dafür, dass wir es hier mit grossen Prozessen in der ganzen Stoffmasse des Himmelsraumes zu thun haben, Ganz entschieden aber führen uns auf diesen ernsteren Weg des Denkens diejenigen Beobachtungen, welche uns eine gewisse Gesetzmässigkeit in

einem gaösseren Umfange dieser Erscheinungen am Fixsternhimmel erkennen lassen. So offenbart sich eine Gesetzmässigkeit bei den einer periodischen Aenderung unterworfenen Fixsternen darin, dass der grösste Theil von ihnen schneller an Helligkeit zunimmt als abnimmt. Das deutet, wie Klein bemerkt, auf eine Ursache, die weit durch das Universum hindurch in der Constitution der veränderlichen Sterne selbst begründet ist. Etwas ähnliches gilt von den verschiedenen Farben der Fixsterne, welche uns aber nach dem jetzigen Stande der Untersuchung direkt auf die stoffliche Zusammensetzung des Weltganzen führen, die einer späteren Betrachtung vorbehalten bleibt.

Wenn wir nun von dem Gesichtspunkte unseres Sonnensystems aus, dem einzigen, den wir haben, die Welt der Fixsterne, die wir als Lichtquellen, als concentrirte Stoffanhäufung, aber darum noch nicht als Sonnen mit Planetensystemen erkennen, im Ganzen betrachten, so stossen wir auf eine grundwesentliche Aehnlichkeit, die in der Erscheinung der Milchstrasse am Himmelsgewölbe ihren Ausdruck findet. Es ist die Thatsache, dass, wie in unserem Sonnensystem die Planeten in der Aequatorialebene um die Sonne kreisen, so jedoch dass sie nicht genau in dieser mathematisch gedachten Ebene, sondern in einer geringeren oder grösseren Neigung zu derselben sich bewegen, so auch die Fixsternwelt im Verhältniss zu einer eben durch die Milchstrasse bezeichneten Ebene geordnet ist, welche Ordnung nicht eine blose optische Täuschung ist, sondern auf einer Wirklichkeit in der Stoffanordnung beruht, so gut wie jene Stellung unserer Erde als Planet zur Sonne, von der unsere Anschauung des sichtbaren Weltganzen ausgeht. Der innere Grund dieser Behauptung ist das Resultat der teleskopischen Durchforschung des Himmelsraumes, wonach in der Richtung der Milchstrasse — obwohl keineswegs in gleichmässiger Weise — das Gesichtsfeld einen Lichtschimmer aufweist, den man nach der Berechnung wenigstens, welche die mit der raumdurchdringenden Kraft des Teleskopes wachsende Auflösung der Nebelschimmer in helle Punkte begründet, als eine für uns unendliche Menge von Fixsternen anspricht; wogegen aber sofort die denkende Astronomie selbst (Bode Jahrbuch für 1826) darauf aufmerksam macht, dass unter Annahme einer unendlichen Anzahl von Fixsternen in dem unendlichen Raume das ganze Himmelsgewölbe in sonnengleichem Glanze leuchten müsste, wenn nicht das Licht neben seiner Abnahme im quadratischen Verhältniss der Distanz noch eine besondere Schwächung erlitte. Das führt uns auf die erst im folgenden Abschnitt zu beantwortende Frage, wo wir die Nebelflecken ins Auge zu fassen haben. Sehen wir also für jetzt von den Nebelfleken und den Lichtschimmern noch ganz ab und halten wir nur die als Einzelsterne erkennbaren und also an und für sich zählbaren Lichtpunkte im Auge, so gelangen wir nach der bis jetzt konstatirten Beobachtung zu der Anschauung eines räumlich zwar ungeheuer grossen aber doch nicht unendlichen Ganzen der Fixsternwelt, welches, wie es optisch durch die Milchstrasse umspannt ist, so auch in der Wirklichkeit der Stoffvertheilung durch ein Gesetz der Gravitation zusammengehalten wird, und in welchem unser Sonnensystem einen solchen ungeheuren (Fixstern) leeren Raum einnimmt, dass jenseits desselben für die mathematische Berechnung nur die durchaus prekäre Grundlage der verschiedenen Grade des Lichtglanzes gegeben ist. Diese Anschauung führt dann natürlich auf den Gedanken, dass in diesem grossen Ganzen unserer Fixsternwelt auch ein

einheitlicher Bau nachzuweisen sein müsse, ein Gedanke, der dann durch die nachgewiesene Eigenbewegung der Fixsterne eine thatsächliche Grundlage bekommen hat. Und wie schon Kant, der zuerst diesen Gedanken eines Baues der ganzen Fixsternwelt fasste, sofort von der schon oben hervorgehobenen bemerkenswerthen «Analogie zwischen dem Systeme der Milchstrasse und der planetarischen Welt» ausging, so hat bekanntlich der Astronom Mädler die wirkliche Ausführung dieses Gedankens versucht; indem er aus der Richtung der beobachteten Eigenbewegung der Fixsterne nicht freilich einen einzelnen Centralkörper, der zu gleicher Zeit dunkel sein und doch durch seine jede Vorstellung überschreitende Masse das Ganze beherrschen müsste, was eine schlechthin unausführbare Vorstellung ergibt, sondern das System der Plejaden als den Raum berechnet, innerhalb dessen der ideal gedachte Centralpunkt des ganzen Baues liegt. Da denn aus dieser Berechnung sich weiter ergibt, dass die Schnelligkeit der Bewegung der Fixsterne im Verhältnisse zu der Entfernung von diesem Centralpunkte wächst und anderseits, dass unsere Sonne mit dem leeren Raum ihres Systemes eine mittlere Stelle in diesem Ganzen einnimmt, näher dem Mittelpunkte als dem Umfange, so würde sich auf Grundlage dieser Ausführung jene schon Kant auffallende bemerkenswerthige Analogie zwischen dem Baue des Planetensystemes und des Fixsternhimmels in einer höchst interessanten Weise ausgestalten. Indess kann diese Ausführung Mädlers noch keineswegs als gehörig begründet betrachtet werden. Klein spricht sich darüber in folgenden Worten aus (p. 138): «Noch ist vieles Hypothese und den genialen Combinationen des Direktors der Sternwarte Dorpat fehlt, wenn auch keineswegs eine wissenschaftliche Wahrscheinlichkeit, so doch stellenweise die zwingende Nothwendigkeit, weil sie vielfach noch an dem Mangel zahlreicher und über einen genügenden Zeitraum ausgedehnter Beobachtung leiden. Dazu hat Kowalsky gezeigt; dass das von Mädler gefundene Verhalten der Eigenbewegungen sich für alle in der Nähe der Milchstrasse gelegenen Punkte in ähnlicher Weise zeigen muss und die Zone, welche die Minima der Eigenbewegungen enthält, sehr nahe mit dem Gürtel der Milchstrasse zusammenfällt, während die stärksten Bewegungen näher den Polen vorkommen. Dennoch sind Mädlers Untersuchungen durchaus der Beachtung würdig; sie eröffnen eine neue Perspektive zu künftigen schärferen Untersuchungen und stehen so hoch über den Spekulationen, welchen der geniale William Herrschel über den Bau des Himmels sich hingab, wie der heutige Zustand der Himmelskunde über denjenigen am Ende vorigen Jahrhunderts.» Aehnliche Unregelmässigkeiten kommen aber ja auch in unserem Planetensysteme vor, und jene Bemerkung über das Verhältniss der Eigenbewegungen in der Richtung nach den Polen der Milchstrasse und nach ihrer Ebene zu stimmt doch zu sehr mit der Thatsache der Abhängigkeit unserer ganzen Beobachtung der Fixsternwelt von dem Grade des Lichtglanzes zusammen, als dass wir hier nicht einen inneren Zusammenhang ahnen sollten. — Der Stand der gegenwärtig erreichten Anschauung mag uns Klein in der folgenden Beschreibung vertreten p. 313: «Der siderische Inhalt der Milchstrasse ist ein höchst mannigfacher und weit davon entfernt, ein irgend symmetrisch gruppirter zu sein, wie es der Fall sein müsste, wenn die Milchstrasse als ein ungeheurer geschlossener Sternenring unsern Fixsternhimmel umschlösse. Man muss vielmehr an-

nehmen, dass die scheinbare Ringform der Milchstrasse nur eine optische Täuschung ist und hervorgebracht wird durch die Lagerung einer unbestimmt grossen Anzahl von kleineren und grösseren Sternhaufen in einer und derselben Ebene, die uns gerade als Ebene der Milchstrasse erscheint. Was Kant von bloser Spekulation ausgehend als wahrscheinlich hinstellte, die Existenz einer Hauptebene für die Fixsternwelt, analog derjenigen, um welche im Sonnensystem die Planetenbahnen gruppirt sind, findet in den genauren Untersuchungen, welche sich auf Sternkataloge und Aichungen beziehen, seine Bestätigung. Die Verwüstungen durch die Zeit und die Spuren von Aufbrechen der Schichten, welche Herrschel der Aeltere in einzelnen Theilen der Milchstrasse phantasiereich zu erkennen glaubte, ebenso wie die berühmten «Oeffnungen am Himmel» erklären sich ungezwungen aus der perspektivischen Ausstreuung verschiedener, hinter einander befindlicher, ungleich grosser dichter und entfernter Sternhaufen und Nebelflecken. Alle diese Weltsysteme, zu denen als ein ebenbürtiges Ganzes auch unser Sternhaufen gehört, liegen freilich nicht vollkommen genau in einer und derselben Ebene; es finden Abweichungen statt analog den verschiedenen Neigungen der Planetenbahnen gegen eine mittlere Grundebene. In dieser Weise lassen sich, wie es scheint, die Ausläufer der Milchstrasse sowohl, als ihre merkwürdige Bifurkation am ungezwungensten erklären. Von jedem Partialgebilde der einzelnen Sternschwärme und Sternhaufen aus, welche das System der Milchstrasse bilden, stellt sich diese nahe als grösster Kreis und in ähnlichen Zügen dar, wie für uns. Dass die Tiefen dieser ungeheuren Fixsternschicht nicht zu ergründen sind, ist nach den jetzt gewonnenen Vorstellungen von dem Baue der Milchstrasse nicht wunderbar. Schwieriger bleibt es dagegen, Vermuthungen zu wagen über die Stellung der Sternhaufen und Nebelflecke im Raume, welche weit entfernt von der Ebene der Milchstrasse sichtbar werden. Es scheint aber, dass die Hauptschicht der Fixsterne in gewissen Entfernungen beiderseits von grösseren und kleineren Sternhaufen umgeben wird.» Ob nun die Worte, womit Klein diese offenbar auf der Vorstellung der Fixsterne als eben so vielen Sonnensystemen beruhende Betrachtung schliesst: Es ist bis jetzt Niemanden gegeben, mehr als Vermuthungen über diese Organisationen der höchsten uns bekannten Ordnungen zu haben, ob, sage ich, diese Worte auch dann ihr Recht behaupten, wenn man nicht nach der blosen Vorstellung, sondern denkend die Sache erfasst, werden wir sehen, nachdem wir zuvor nun noch die Welt der Nebelflecke ins Auge gefasst haben. —

## Der dritte Schritt. Die Nebelflecke.

Unter den als unterscheidbare leuchtende Punkte auftretenden Fixsternen erscheinen am Himmel in einigen wenigen Fällen schon dem unbewaffneten Auge, im Allgemeinen nur dem bewaffneten sichtbare Lichtschimmer, welche nicht, wie der Lichtschimmer in den Tiefen der Milchstrasse, unbegrenzt und unbestimmt, sondern durch eine feste Umgrenzung von verschiedener Gestalt individualisirt sind. Ein Theil von diesen löst sich bei schärferem Sehen in eine central geordnete Stoffmasse mit einem helleren Kern und einer weniger hellen Atmosphäre auf (planetarische Nebel, richtiger würden sie wohl kometenartige Nebel genannt) oder

auch sie zerfallen in eine Mehrheit solcher leuchtender Kerne, welche aber wie durch eine gemeinsame Lichtatmosphäre verbunden sind. Von diesen bemerkt Klein auf Grund der spektroskopischen Untersuchung: «Es ist klar, dass die Entdeckung einer Anzahl sehr kleiner dicht gestellter Lichtpunkte in einem Nebel, welche seither als ein sicheres Zeichen ihrer sternartigen Constitution angesehen wurden, nicht länger dafür gelten können, dass ein Nebel oder ein Teil desselben aus wirklichen Sternen gebildet sei. Wenigstens in einigen Nebelflecken müssen wir die sternartigen Punkte ansehen als gasförmige Massen, als dichtere Teile des ganzen Nebels. Das Spektroskop zeigt, dass diese ungeheuren Systeme glühenden Gases zwar stellenweise verdichtet, aber nicht zu festen oder flüssigen Massen verdichtet sein können.» Viele andere und darunter einige der bedeutendsten haben sich einfach als ungeheure brennende Gasmassen ergeben. Ein Teil aber verharrt auch den stärksten Teleskopen gegenüber in dem Zustande eines unbestimmten Lichtschimmers, ähnlich dem, den die Milchstrasse in ihrer Tiefe zeigt und das Licht ist auch hier zu schwach, um noch auf das Spektroskop zu antworten. —

Es wird nun, ehe wir in der Betrachtung der Nebel weitergehen, angemessen sein, die durch das Spektroskop erweiterte Kenntniss der stofflichen Grundlage des Fixsternhimmels in die Betrachtung zu ziehen. Früher wurden wir allein durch die auf die Erde niederkommenden Meteoriten einigermassen über die stoffliche Beschaffenheit der planetarischen Welt oder wenigstens der in unser Planetensystem eintretenden Körper unterrichtet und konnten, nachdem man in den Kometen oder wenigstens im Schweif der Kometen eine Zusammenhäufung vonMeteoriten erkannte, einen weiteren Schluss auf die Himmelsräume machen, aus denen teilweise wenigstens die Kometen in unsern Gesichtskreis eintreten. Durch die Spekralanalyse aber ist uns eine Unterlage gegeben zu vollgegründeten Schlüssen auf die stoffliche Beschaffenheit nicht blos der Sonne und der Planetenwelt, sondern auch des ganzen Himmelsgebäudes, soweit noch das Licht so intensiv ist, dass es die Linien, welche den Unterschied der Stoffe im Spektrum anzeigen, aufweist. Nur die fernsten Lichtschimmer entziehen sich sowohl der Auflösung in einzelne leuchtende Punkte durch das Teleskop, als der näheren Bestimmung ihres Stoffes durch das Spektroskop. Und wie nun jene frühere noch so mangelhafte Kenntniss des ausserirdischen Stoffes die Identität, wenn auch nicht der Mischungen, so doch der Elemente mit unseren irdischen anzeigte, so sind wir jetzt mit Sicherheit zu dem ungeheuren Resultate gekommen, dass nicht allein die Sonne und die Planetenwelt, sondern der ganze Himmelsbau, die Fixsterne und die Nebel, soweit die Untersuchung des Spektroskopes noch reicht, aus denselben Grundelementen besteht, die wir als die Grundlage der Erde und des irdischen Lebens durch die Chemie erkennen. Was früher naturwissenschaftlich nur auf den äusseren Schein der Zusammenordnung hin vorausgesetzt werden konnte, was rein mathematisch auch jetzt nur erst vermuthet werden kann, das ist nun in stofflicher Beziehung durch die Beobachtung festgestellt, die Einheit oder genauer gesprochen die Dieselbigkeit der stofflichen Grundlage im ganzen sichtbaren Weltbau, wenigstens soweit die Untersuchung reicht.

Fassen wir nun genauer einzelne Nebelflecke ins Auge, sofern sie noch sowohl dem Teleskop als dem Spektroskop als gesonderte Massen erscheinen, so begünstigen dieselben weder nach ihrer Gestalt noch nach

ihrem Stoffe noch endlich nach ihrer ganzen Erscheinung die Meinung, als ob wir es hier mit eben so vielen Weltsystemen zu thun hätten. Ihre Lage und Gestalt sowohl als Beschaffenheit, sagt Herrschel in seinem Berichte vom Jahre 1784, scheint alle nur erdenkliche Mannigfaltigkeit anzuzeigen. In einer anderen Schicht, oder vielmehr in einem anderen Arme der ersten (darüber später genauer) sah ich doppelte und dreifache Nebelflecken in mannigfacher Anordnung (die doppelten sind in ganz überwiegender Anzahl vorhanden); grosse mit kleinen, die Begleiter zu sein scheinen, schmale aber sehr ausgedehnte lichte Nebelflecken oder glänzende Tüpfel; einige von der Gestalt eines Fächers, der aus einem lichten Punkte gleich einem elektrischen Büschel herauskommt, andere von kometenartigem Ansehen mit einem anscheinenden Stern im Mittelpunkte oder gleich wolkigen Sternen, umringt von einer nebeligen Atmosphäre u. s. w. Vorherrschend ist im Allgemeinen die Tendenz zur runden oder, wie wir voraussetzen müssen, kugelförmigen Gestalt. Als besonders inseressant erscheinen die Nebel von spiralförmig gedrehter Gestalt. Mit einem Worte, es tritt uns, wenn ich mir schon hier eine Zusammenstellung der Erscheinungen trotz der unermesslichen quantitativen Distanz erlauben darf, im Himmelsraum etwas Aehnliches entgegen, wie in den kleinsten organischen Formen auf Erden, eine wunderbare Mannigfaltigkeit in den Formen, die wir zunächst zu deuten nicht im Stande sind. Die Gestalten, die die Fixsterne durch ihre Zusammenstellung für uns annehmen, wenigstens die hervorragenderen, sind uns gewissermassen durch die Gewohnheit vertraute Gegenstände geworden, wie die grossen entwickelten Thiere und Pflanzen; in der dahinter liegenden Welt der uns nahe liegenden, aber kleinsten und erst durch das Mikroskop erschlossenen und der fernen und desshalb als unendlich gross berechneten erst durch das Teleskop erschlossenen Stoffgestaltung stossen wir auf eine rätselhafte Mannigfaltigkeit der Gestaltung, der gegenüber wir uns zunächst im Zustande des Staunens befinden, noch fragend, ob es uns vergönnt sei, aus dem Zustande des Staunens in den des Denkens überzugehen.

Was oben schon gelegentlich der teleskopischen Beobachtung bemerkt wurde, dass die Nebelflecke eine schichtenförmige Anordnung erkennen lassen, das wird durch die Spektralanalyse in Betreff der stofflichen Grundlage in einer auffallenden Weise bestätigt. «Wir finden nicht selten», sagt Klein p. 341, «dass in derselben Region des Himmels Sterne desselben Typus angehäuft sind» und mit den Fixsternen stimmen dann die in der Region vorkommenden Nebelflecken überein. «Ein sehr merkwürdiger Umstand bei den Nebelflecken und Sternhaufen», sagt Herrschel in seinem Berichte, «ist der, dass sie in Schichten geordnet sind, die in grosser Erstreckung fortzulaufen scheinen.» — Der Eindruck, den die genauere Beobachtung der Nebelflecken auf die Forscher gemacht hat, ist demgemäss der, dass sie mehr und mehr von der anfänglichen Meinung, dass alle Nebelflecken in Sternhaufen sich auflösen müssen, zurückkommen zu der Anerkennung von hier vorliegenden Prozessen in der Gestaltung des Stoffes. «In der Darlegung meiner Beobachtungen über den nebeligen Theil des Himmels», sagt Herrschel im Jahre 1814, «unternahm ich zu beweisen, dass eine allmälige Umwandlung des nebelichten Weltstoffes in sternartige Gebilde wahrscheinlich sei. Die Beobachtungen, welche ich jetzt vorlege, bezwecken den sternigen Teil des Himmels zu entwickeln

und die innige Verbindung zwischen den entgegengesetzten Grenzen himmlischer Bildungen zu zeigen, deren eine ist die Unermesslichkeit der weitverbreiteten und dem Anscheine nach chaotischen Stoffe, und deren andere ist die Menge der höchst zusammengesetzten und sehr künstlich gebildeten kugelähnlichen Haufen zusammengedrängter Sterne. Ist die innige Verbindung zwischen diesen beiden Grenzen erwiesen, so erhält dadurch die Wahrscheinlichkeit des Ueberganges von der einen in die andere eine neue Stütze.» Und im Jahre 1818: In der Tiefe der Himmelsregionen sind wir blos mit zwei Principien bekannt geworden, mit dem nebeligen und dem sternigen. Das Licht des nebeligen Grundstoffes ist vergleichsweise sehr zart und, einige wenige Fälle ausgenommen, dem (unbewaffneten) Auge unsichtbar. Es ist im Allgemeinen weit verbreitet über eine grosse Ausdehnung im Raume, in welcher es bei zunehmender Zartheit meist dem Blicke sich entzieht. Das Licht der Sterne im Gegenteil ist vergleichsweise sehr glänzend, in einem kleinen Punkt zusammengedrängt, ausgenommen wenn mehrere sich in Haufen gesammelt, wo dann ihr vereinter Glanz bisweilen eine beträchtliche Anzahl von Minuten im Raume einnimmt. In diesem Falle kann man die Sterne in unserem Teleskope sehen. — Wie aber die nach Herrschel weiter fortgesetzte Untersuchung zu diesem Resultate sich stellt, mögen die folgenden, auf Beobachtungen Arrest's namentlich über die Doppelnebel sich beziehenden Worte Kleins (p. 290) zeigen: In der That beständen jene Nebel, einsamen Weltinseln vergleichbar, aus Systemen weit ausserhalb unserer Fixsternschicht, so müssten ihnen wahre Dimensionen beigelegt werden, welche jener unseres Fixsternhimmels nahe kommen, vielleicht dieselben übertreffen. Nichts desto weniger würden aber solche ungeheure Systeme ihren gemeinsamen Standpunkt umkreisen innerhalb gewisser Zeitperioden, die der Dauer menschlicher Einrichtungen an Länge vergleichbar sind! Vollends wird diese Ansicht unhaltbar, wenn man Herrschels frühester Hypothese folgend, alle Nebelflecke für entfernte Sternhaufen hält. Zwei kugelförmige Fixsternhaufen, deren jeder aus vielen tausend Fixsternen besteht, können im Allgemeinen keinen dauernden Bestand haben, wenn sie um einen gemeinsamen Schwerpunkt kreisen, dessen Distanz von den äussersten Sternen beider Weltsysteme nur wenig von dem Durchmesser dieser letzten verschieden ist, besonders wenn die Umlaufszeiten innerhalb des Systems unvergleichlich langsamer vor sich gehen, wie diejenigen der Gesammtcomplexe überhaupt. Es spricht sonach schon die Analogie und eine aus dem erkannten Bau des Universums hergeleitete Wahrscheinlichkeit gegen die Annahme, dass die doppelten und mehrfachen Nebel, besonders wo sie zu regelmässiger planetarischer Form hinneigen, blos Fixsterncomplexe in ungemessener Distanz ausserhalb unserer Sternschicht seien. Vielmehr sind die meisten dieser Gebilde thatsächliche Nebel, und die meisten Doppelnebel, gewiss aber alle diejenigen, welche in verhältnissmässig kurzen Zeiten Andeutungen von Umlaufsbewegungen um einander zeigen werden, stehen innerhalb der Grenzen unseres Fixsternsystemes und sind Teile desselben, Die Spektralanalyse hat den Nachweis geliefert, dass eine grosse Anzahl von Nebeln glühende Massen sind. An einer anderen Stelle, p. 232, sagt Klein: «Gegenwärtig ist eine scharfe Grenze zwischen Sternhaufen und Nebelflecken bei allgemeiner Darstellung des Zustandes unserer Kenntniss von denselben nicht zu ziehen, obgleich allerdings durch die Spektralanalyse die Existenz

wirklicher Nebelmassen in den Himmelsräumen nachgewiesen und damit die Behauptung derjenigen widerlegt ist, welche in den Nebelflecken nur sehr entfernte Sternhaufen erblicken wollen.» Zu bemerken ist noch, dass, wie die Sternhaufen nach der durch die Richtung der Milchstrasse bezeichneten Ebene zu sich verdichten, so auch die unauflösbaren Nebelflecken, welche jedoch noch nicht wie die tiefste Tiefe der Milchstrasse einen unbegrenzten Lichtschimmer darstellen, nach einer bestimmten Richtung und Ebene sich zu verdichten scheinen, welche freilich nicht, wie Herrschel anfangs aufstellte, unter einem rechten Winkel mit der Ebene der Milchstrasse sich kreuzt; sondern unter einem schiefen Winkel sie durchschneidet, beiläufig in der Weise, wie die Planetenbahnen zur Aequstorialebene der Sonne oder auch wie die Fixsternsysteme zur Ebene der Milchstrasse sich verhalten. Schliesslich sei noch bemerkt, dass die Unsicherheit in den Resultaten der genauesten spektroskopischen Untersuchungen die mathematische Berechnung der Eigenbewegung der Fixsterne noch vielfach in Frage stellt, so dass es, wie Klein sagt, zweifelhaft bleibt, ob jetzt schon die Frage nach der Eigenbewegung der Fixsterne gelöst ist oder selbst gelöst werden kann. Von den feststehenden Resultaten der spektroskopischen Untersuchung, wie sie Klein am Schlusse seines Werkes zusammenstellt, hebe ich die folgenden als für meinen Zweck am interessantesten hervor, num. 4. Die Verschiedenheit bei den Fixsternen sind verhältnissmässig so gering, dass alle in vier verschiedene Gruppen (Typen) eingetheilt werden können. Die Ursache der Verschiedenheit ist wesentlich in den Bestandteilen und der physikalischen Constitution ihrer Atmosphäre zu suchen. 5. Die wirklichen Nebelflecke bestehen aus einem glühenden Gasgemenge; sehr ähnlich ist das Material vieler Kometenkerne, aber nicht der Kometenschweife. 6. Vielfach finden sich in derselben Gegend des Himmels Sterne, welche ein gleiches spektroskopisches Verhalten zeigen, also auch materiell verwandt sein müssen. 8. Auf den meisten Himmelskörpern ist dem Wasserstoffe die Hauptrolle zugewiesen; aber nur in seltenen Fällen ist er selbstleuchtend. 11. Nicht alle leuchtenden Punkte am Sternhimmel können als wirkliche Sterne angesehen werden. 12. Die Eigenbewegung der Fixsterne ist spektroskopisch noch unentschieden. — So wenig nun alle diese wirklichen Resultate der fortschreitenden Erkenntniss die Phantasien von einer Unendlichkeit von Welten begünstigen und so ausgesprochen das wirkliche Resultat vor Augen liegt, dass wir es astronomisch nicht mit einer Unendlichkeit von Welten, sondern mit einer begrenzten, wenn auch für uns noch so ungeheuer grossen Erscheinung im Stoffe zu thun haben, so ist doch bis zu diesem Augenblicke das ganze astronomische Denken unter der diesen Phantasien zu Grunde liegenden Voraussetzung befangen geblieben, als ob wir alle Fixsterne als Sonnen mit ihrem Sonnensystem nach der Analogie des unsern zu betrachten hätten und wenn z. B. Klein als ein festes Resultat der spektroskopischen Beobachtung ausspricht, dass die Ursache der Verschiedenheit des Lichtes der Fixsterne wesentlich in den Bestandteilen und der physikalischen Constitution ihrer Atmosphäre zu suchen sei, so beruht das auf der Voraussetzung, dass in der Fixsternwelt dieselben Verhältnisse der Aggregatzustände stattfinden, welche uns innerhalb unseres Sonnensystemes auf die Sonne als einen festeren Kern mit einer leuchtenden Atmosphäre schliessen lässt. Befreien wir unser Denken von diesen nicht begründeten Voraussetzungen und halten wir uns an der einzigen Grund-

lage, die uns empirisch gegeben ist, den Verhältnissen der Aggregatzustände und daher auch des dunklen Stoffes und des Lichtes, wie wir es auf unserer Erde und weiterhin in unserem Sonnensysteme kennen, so werden wir zugeben müssen, dass die Annahme, dass eben diese unsere Zustände das Resultat der ganzen Stoffverteilung und Stoffconstitution sei und wir kein Recht haben die Analogie dieser unserer Zustände in den ganzen Weltraum hinauszutragen, nicht allein zulässig, sondern die einzig wissenschaftlich berechtigte ist. In den quantitativen Verhältnissen unseres Sonnensystemes und der Stellung der Erde in ihm liegt es begründet, dass wir über den Grenzen desselben hinaus jede Uebertragung dieser Analogie auf die Fixsternwelt als eine Illusion und eine phantastische Ueberschreitung der Grenzen des naturwissenschaftlichen Denkens betrachten müssen und, was wir von dem Qualitativen, von der Beschaffenheit des uns umgebenden Himmelsraumes mit seiner Fixsternwelt und seinen Nebelmassen und Lichtschimmern wissen, das weiset uns, wenn wir einmal die quantitative Illusion überwunden haben, von allen Seiten auf jene erste Annahme hin, welche das Sonnensystem und unsere Erde in ihm zu dem im Glauben begründeten Verhältnisse zu dem sichtbaren Universum zurückführt. Wie wir in unserem Sonnensystem keine andere stoffliche Realität haben als den Gegensatz des dunklen Stoffes und des Lichtes, so auch im Weltraum, und, was wir jetzt mehr wissen als früher ist dieses, dass das Licht im Weltraum, soweit es in dem Maasse concentrirt ist, dass es eine Untersuchung auf seine stoffliche Grundlage gestattet, dieselben Grundstoffe constatirt, die unsere Erde und unser Sonnensystem konstituiren. Wie aber in unserem Sonnensystem der dunkle Stoff derartig massenhaft concentrirt ist, dass er in der Sonne eben auch als der Quell des Lichtes für das ganze System erscheint, so sehen wir umgekehrt im Himmelsraum den an sich dunklen Stoff in scheinbar unendlichem Maasse ausgebreitet und zwischen ihm das Licht in den Fixsternen zwar noch concentrirt, aber in dem fernsten Lichtschimmer des Milchstrassen- und wohl auch des Nebelhaufen-Ringes nicht mehr unterscheidbar, wenn nicht der letztere, eben in so weit wir doch immer noch Haufen unterscheiden, vielmehr als innerhalb des Milchstrassenringes zu denken ist. Der allmälige Uebergang von Concentration zum Stern, zum Sternhaufen, zum Lichtschimmer, der nicht blos ein optischer, sondern in vielen Fällen erwiesener Maassen ein faktischer ist, die daher nicht zu bestimmende Grenze zwischen Fixstern Sternhaufen Nebelflecken Lichtschimmer, die Constatirung einer wenn auch noch nicht geradezu schichtenweisen, so doch in grösseren Lagen sich erstreckender übereinstimmenden Verschiedenheit, das alles beweiset, dass wir es im Himmelsraume mit lebendigen Prozessen im Ganzen der Stoffmasse zu thun haben, die denen analog sind, die wir in unserem Sonnensysteme kennen, die aber keineswegs im richtigen Denken eine so vage Analogie begründen, der man sich hinzugeben gewohnt ist. Wollen wir vorläufig Licht und Dunkel auf das Gesetz der Concentration und der Diffusion des Stoffes zurückführen, so könnte es ja sehr wohl sein, dass in unserem Sonnensystem der gerade Gegensatz in diesen Verhältnissen zu dem, was wir im Himmelsraume sehen, effektuirt wäre, wodurch dann jene Relativität, jene Abhängigkeit unseres kosmischen Denkens von unsern irdischen Verhältnissen, worauf wir für die wissenschaftliche Betrachtung schlechthin angewiesen sind, eine ganz andere ungeahnte Bedeutung gewinnen würde; das kann aber

erst ein Resultat der ganzen Ausführung sein; für jetzt kam es nur darauf an, den falschen Begriff des — quantitativ — Unendlichen aus der wissenschaftlichen Betrachtung des Himmels entfernt zu haben.

Ich will nachträglich zur Befestigung meiner Auffassung noch auf die Sätze eingehen, in denen Secchi, der ein ebenso exakter Rechner und Beobachter ist, als er sich anderseits in seinem Denken ganz von jenen astronomischen Phantasien oder Vorstellungen, die wenn auch nicht zu der absoluten, so doch zu der relativen Unendlichkeit des Himmelsraumes führen, sich beherrschen lässt, das Schlussresultat seiner astronomischen Erkenntniss zusammenstellt. Das erste lautet so: Die Fixsterne sind selbstleuchtende Körper von ähnlicher Beschaffenheit wie unsere Sonne. Einige besitzen einen oder mehrere Trabanten, deren Existenz aus den Erscheinungen ihres Lichtwechsels und ihrer Bewegungen mit Bestimmtheit nachgewiesen ist. — Die Sicherheit, mit der ein Astronom wie Secchi dieses Resultat ausspricht, kann frappiren; sehen wir indess genauer zu, so ergibt sich, dass sie nur auf dem aus einer sehr feinen Beobachtung und Rechnung bei einigen Doppelsternen gemachten Schlusse beruht, dass der kleinere Stern um den grösseren sich nach demselben Gesetze bewegt wie unsere Planeten um die Sonne. Diesen Schluss, den ich ja nicht angreifen kann, als richtig vorausgesetzt, so ist doch das ganze Resultat weit davon entfernt, auf Gültigkeit Anspruch machen zu können. Zunächst sehe ich nicht, was dazu berechtigt, wenn bei einer Anzahl von Doppelsternen jenes Verhältniss stattfindet, dasselbe auf mehrere leuchtende Trabanten zu übertragen oder gar, wie es sofort geschieht, diesen leuchtenden Trabanten noch wieder vermutungsweise Monde beizulegen. Ferner sehe ich nicht, aus welchem Grunde der bei einigen Sternen beobachtende Lichtwechsel mit der Bewegung bei den Doppelsternen in Verbindung gebracht wird. Von einem Systeme selbstleuchtender Körper, welche gleichwohl in Abhängigkeit der Bewegung von einander stehen, haben wir nach Maassgabe unseres Sonnensystems so wenig einen klaren Begriff, wie anderseits von dunklen Massen, wodurch die Bewegung leuchtender Körper bestimmt wird; wir sind durch alles dieses nur darauf hingewiesen, dass in dem grossen Ganzen der Stoffverteilung Verhältnisse bestehen, die zu unserm Sonnensystem eine gewisse Analogie haben, aber durchaus nicht den Gedanken ausschliessen, dass eben nur in unserem Sonnensystem die Verteilung sich so gestaltet hat, dass dieses bestimmte Verhältniss von Ponderablen und Inponderablen resultirt, welches wir in unserem Verhältnisse der Planeten zur Sonne und der Erde in der Reihe der Planeten realisirt sehen. Und gerade das sicherste und bedeutendste Ergebniss der fortschreitend genaueren Beobachtung, dass einerseits die Identität des Stoffes im Weltall mit dem in unserem Sonnensystem konstatirt ist, und dass anderseits die Zahl der Doppelsterne fortschreitend sich vermehrt, so dass, wie Secchi ausspricht, jetzt nicht mehr ein Drittel, sondern nahezu die Hälfte der Fixsterne als Doppelsterne sich erweisen, kann doch nach allen naturwissenschaftlichen Grundsätzen zu keinem anderen Schlusse führen, als dass auch in der Stoffverteilung im Grossen und Ganzen in ähnlicher Weise eine Herrschaft des Gesetzes der Dualität stattfindet, wie wir sie in der Gestaltung im Kleinen sehen werden. — In dieser Beurteilung des ersten Schlussresultates Secchis wird man nun einen Massstab haben für die Beurteilung der folgenden, von denen ich noch die wichtigsten anführe. — Unter num. 6

sagt Secchi: Diejenigen Sterne, welche uns am grössten erscheinen sind auch die nächsten und die Entfernung ist die Hauptursache, wenn auch nicht die einzige, dass uns die übrigen kleiner erscheinen. Wahrscheinlich bilden die grösseren, näheren eines jener höheren Systeme, zu welchen die Sonne gehört und deren viele die Milchstrasse bilden. — Secchi reflektirt also darauf nicht, dass teleskopisch von einem Unterschiede in der Grösse bei den Fixsternen keine Rede sein kann, sondern die vermeintliche Unterscheidung der Grösse lediglich ein Schluss von der Helligkeit aus ist. So sagt er auch p. 45: Man unterscheidet die hellsten als Sterne erster, die weniger leuchtenden als Sterne zweiter, dritter u. s. w. bis sechster Grösse. Was bleibt dann aber von all den weiteren Schichten übrig? Ich führe noch an num. 9: Die absoluten Entfernungen der Sterne und der Nebelflecken, sowie ihr gegenseitiger Abstand ist uns vollkommen unbekannt, da sie keine Paralaxen besitzen. Aus diesem Grunde wissen wir auch nichts Positives über ihre wahre Verteilung im Raume. Doch können wir behaupten, dass die Sterne nicht gleichmässig durch den Raum verteilt, vielmehr in der Ebene der Milchstrasse nicht nur scheinbar, sondern in Wirklichkeit zahlreicher und dichter sind. Die Nebelsterne dagegen sind zahlreicher und dichter in einer zur Milchstrasse senkrechten Richtung. —

---

Ich habe mit der Astronomie den Begriff des Unendlichen in der Ueberschrift verbunden, weil ich es hier zunächst mit dem negativen oder mathematisch Unendlichen zu thun habe, einem Scheingebilde der im Denken zu überwindenden menschlichen Vorstellung, welches seinen Anhalt vor allem in der räumlichen Ausdehnung im teleskopischen Sehen hat. Indem ich die Ueberwindung dieses Scheines der Vorstellung durch's Denken in die erkenntnisstheoretische und kritische Schlussbemerkung über die Entwicklung der Philosophie im Zusammenhange mit der Naturwissenschaft, welche die durchgeführte ideale Naturauffassung zu ihrer Grundlage hat, verschiebe, gehe ich hier mit der Bemerkung zu dem folgenden Abschlusse über, dass dem unendlich Grossen der räumlichen Ausdehnung und des teleskopischen Sehens das unendlich Kleine des mikroskopischen Sehens und der chemischen Auflösung des Stoffes in die Moleküle und Atome gegenübersteht; wir also schon hier vorläufig sehen können, dass, wenn ein unendlich Grosses und ein unendlich Kleines sich einander im Stoffe gegenüberstehen, hiemit der wahre positive Begriff des Unendlichen nicht erfasst sein könne. —

## II. Der Stoff und die Bewegung.

Dieser zweite Abschnitt meiner Ausführung ist mir nur dadurch möglich geworden, dass ich in dem grossen Werke des Astronomen Secchi über die Einheit der Naturkräfte die Grundlage fand, welche einerseits das ganze Resultat der nach dieser Seite auf dem Gebiete der Physik und Chemie ja vor allen vorgeschrittenen Naturerkenntniss in einer verständlichen und überzeugenden Weise zusammenfasst und anderseits mir die Aussicht eröffnet, dieses Resultat meiner Aufgabe, das Ganze des Naturwissens denkend zu erfassen, dienstbar zu machen. Ich werde demnach erstens meine Aufgabe im Verhältniss zu dem Werke Secchis genauer darlegen, zweitens die Auffassung oder Theorie Secchis entwickeln, und dann drittens die Nutzanwendung für meine Aufgabe ziehen.

### ad I. Verhältniss meiner Aufgabe zu der Schrift Secchis von der Einheit der Naturkräfte.

Secchi bezeichnet das Ziel und die Grenzen seines Werkes mit folgenden Worten I, § 1: Das Ziel dieses Werkes besteht darin zu zeigen, dass sich die Erscheinungen der Physik auf die allgemeinen Gesetze der Bewegung der Materie zurückführen lassen, vorausgesetzt, dass man ausser der wägbaren Materie im gewöhnlichen Sinne des Wortes noch einen anderen unsichtbaren Stoff, der der Schwerkraft nicht unterworfen ist, annehmen darf; diesen unwägbaren Stoff, dessen Bewegungen die der wägbaren Materie unter mannigfachen Formen begleiten, nennen wir Aether. Die Physik im Sinne Secchis, die Chemie mit eingerechnet, umfasst demnach die folgenden Gegenstände, die er in der aufgeführten Ordnung abhandelt: Wärme, Licht, Elektricität, Magnetismus, molekulare Anziehung, chemische Verwandtschaft, allgemeine Massenanziehung oder Schwerkraft. Das Ziel, welches Secchi sich stellt, ist dasjenige, welches die exakte Wissenschaft als ihr höchstes vor Augen hat, alle die genannten Erscheinungen und Kräfte auf die allgemeinen Gesetze der Bewegung im Stoffe zurückzuführen. Das Mittel zur Erreichung des Zieles ist die berechtigte Hypothese, die Voraussetzung eines unwägbaren,

aber den Gesetzen der Bewegung unterworfenen Stoffes, welche Secchi aus der bisherigen Unbestimmtheit gegenüber der Annahme verschiedener Fluida für Licht Wärme Elektrizität von der einen, und der Annahme der Möglichkeit der Erklärung aller diesen Erscheinungen aus der Bewegung des wägbaren Stoffes von der anderen Seite zu einem klaren Begriffe erhebt, indem er zugleich nach dem Rechte der strengen Wissenschaft die Anwendung und Voraussetzung einer Mehrheit von besonderen Kräften, welche die Bewegung in diesen verschiedenen Erscheinungen bewirken sollen, entfernt, und selbst das Gesetz der Polarität in seiner bisherigen Unklarheit nicht anerkennt. Er will mit einem Worte für die ganze Naturwissenschaft, insoweit sie unter den Begriff des Stoffes und der Bewegung fällt — und insoweit fällt selbstredend auch den Mensch und menschliches Thun unter das Naturgesetz — das leisten, was Galilei, als er die Mechanik begründete, für die dem Gesetze der Schwere unterliegende Materie geleistet hat. Damit ist alle Philosophie, genauer gesprochen, alle philosophische Spekulation oder Metaphysik ausgeschlossen, wohlgemerkt ausgeschlossen von der naturwissenschaftlichen Erklärung der Erscheinungen, nicht verleugnet in ihrem jenseits derselben begründeten Rechte, worüber ich mich dann meinerseits mit Secchi näher auseinander zu setzen habe. Es ist die Grenze zwischen der exakten mathematischen und mechanischen Wissenschaft, indem der vorausgesetzte unwägbare Stoff in sie hineingezogen wird, und der Spekulation von Secchi, aber nur in negativer Weise, so scharf gezogen, wie von keinem Andern, indem alle ausser ihm entweder die Erklärung der sämmtlichen Erscheinungen auf die Bewegungsgesetze der wägbaren Materie zurückführen oder in dem jenseits des wägbaren Stoffes liegenden Stoffe etwas voraussetzen, was nicht mehr im naturwissenschaftlichen Sinne unter den Begriff und das Gesetz der Bewegung fällt. Secchi will, um es mit einem noch durchgreifenderen Worte zu sagen, für die Physik das leisten, was die exakte Forschung für die Physiologie geleistet hat, indem sie die Lebenskraft und die Naturseele aus derselben vertrieb. Indem ich nun meine spekulative Auseinandersetzung mit Secchi auf num. 3 dieses Abschnittes verschiebe, werde ich zunächst mit Anlehnung an Secchis Einleitung vom Standpunkte meiner Philosophie aus, welche die richtige Bestimmung und Auseinanderhaltung des Formalen und Realen im menschlichen Bewusstsein, wie es in der Sprache begründet und ausgedrückt ist, als die eigentliche Aufgabe und Arbeit der Philosophie erkennt, genauer bestimmen, in wie weit die aus dem allgemeinen Sprachgebrauche oder der geltenden philosophischen Terminologie entnommenen naturwissenschaftlichen Begriffe und Worte, wie Kraft Arbeit Potenz Energie, deren Entfernung aus dem naturwissenschaftlichen Denken das Ziel der exakten Wissenschaft ist, doch noch in der Anwendung ihr Recht behaupten — ähnlich wie wir trotz des kopernikanischen Systemes doch immer noch die Sonne auf- und untergehen lassen, — wodurch sich dann zugleich die genauere Bestimmung der Aufgabe ergeben wird.

Feststehen bleiben als die Grundbegriffe aller Erklärung der Naturerscheinung die Begriffe Stoff und Bewegung. Die Erscheinung selbst ist Bewegung, in der Art, dass das Sehen und die Wahrnehmung in demselben Maasse, wie es teleskopisch und mikroskopisch verschärft wird, alle anscheinende oder relative Ruhe und Stabilität in einen wahrnehmbaren Bewegungsprocess auflöst; und das der Bewegung zu Grunde

liegende ist der Stoff. Ueber diese Unterscheidung von Stoff und Bewegung in oder am Stoffe hinauszukommen, ist bei vernünftigem Denken nicht möglich; wohl aber bedarf es sofort bei dieser begrifflichen Grundunterscheidung der Aufmerksamkeit auf den Unterschied in diesen beiden Begriffen selbst, wenn nicht alle weitere Begriffsbestimmung unklar bleiben soll, nämlich der Unterscheidung zwischen Formal- und Realbegriff. Der Begriff Stoff ist Realbegriff und bezeichnet das Reale, der Naturerscheinung zu Grunde Liegende. Dem gegenüber bezeichnet Bewegung nicht ein zweites Reales, eine neue Substanz neben dem Stoffe, sondern eine Veränderung, einen Vorgang im Stoffe. Secchi erkennt diesen Unterschied thatsächlich an, ohne sich aber der Bedeutung dieser logischen Grundunterscheidung bewusst zu sein. Die disponible Potenz, sagt er S. XXV, ist nicht ein wirkliches Etwas, welches in den Körpern existirt, und eine denselben innewohnende Eigenschaft bildet; es besteht nur in einer äusseren Einwirkung, welche auf den Körper vermittelst einer vorhergehenden Arbeit ihren Einfluss ausübt und vermöge deren er nach Entfernung der Hindernisse eine Arbeit leisten kann. Daher ist dem Körper nichts hinzugefügt, oder in ihm aufgehäuft und es ist nur bildlich zu verstehen, wenn man sagt, dass die Kraft in ihm aufgehäuft oder aufgespeichert ist.» In dem Sinne also nenne ich die Bewegung formal im Gegensatze zum Stoffe als dem Realen der Naturerscheinung, wie die Ziegelsteine, oder besser, um den Kalk zu vermeiden, die behauenen und appretirten Quadern, die ich zu dem Zwecke, eine schützende Umgebung zu bilden, in die Form einer Mauer zusammenfüge, diese Form eben etwas Formales und nicht eine Vermehrung des Materiales sind, obgleich sie nun wirklich etwas Anderes, eine Mauer geworden sind, was sie vorhin nicht waren; wobei also nebenbei schon zu bemerken ist, dass die Wirklichkeit der Naturerscheinung nicht der Stoff, sondern der Stoff in der Form resp. in der gesetzmäsig geordneten Form der Bewegung ist. — Dass die Bewegung, obwohl wir sie klar als ein Formales erkennen, doch sprachlich und logisch, indem wir davon reden und darüber denken, substantivisch, als eine Substanz, als ein seiendes Etwas, also als real bezeichnet wird, ist ein in dem Stande unseres logischen und begrifflichen Denken begründeter Schein oder Fehler, dessen wir uns im wahren Verständnisse der Sprache und des Denkens bewusst werden und den wir in soweit überwinden, aber den wir nicht abthun können, womit wir es also hier nicht zu thun haben.

Um nun von dieser ersten Bestimmung des richtigen Denkens die Anwendung auf die spezielleren naturwissenschaftlichen Begriffe zu machen, gehe ich von der nächstliegenden Wirklichkeit des Stoffes im engsten Sinne aus, wie er in den drei Aggregatzuständen des Festen, des Tropfbar-Flüssigen und des Gasförmigen vor uns liegt und zwar in sinnfällig instruktiver Weise im Wasser nach seinen drei Zuständen, als Eis Wasser und Dampf, wodurch ich, nebenbei gesagt, mir auch den Weg eröffne, die ganze Physik auf eine vernünftige und pädagogisch angemessene Weise in den allgemeinen Unterricht einzufügen, durch den das allgemeine Bewusstsein wenigstens bis dahin gebildet werden soll, dass es das Gasförmige im Gegensatz zum Festen und Flüssigen nicht desshalb als ein nicht mehr Stoffliches oder Materielles, oder auch, weil es nicht in dieser Weise ein Stoffliches ist, als ein Nichtseiendes betrachtet, wie sich z. B. in dem aus der neuern Naturwissenschaft stammenden Aus-

drucke verduften für vergehn, verschwinden ausspricht. Wenn ein solcher Stand des populären Denkens uns naturwissenschaftlich als ein kindisch einfältiger erscheint, so werden wir uns doch vielleicht durch die Durchführung der Auffassung Secchis überzeugen, dass dem wirklichen Denken gegenüber die gegenwärtige Naturwissenschaft sich nur dem Grade nach von demselben unterscheidet. — Die Bewegung, welche vor sich geht, wenn eine bestimmte Quantität Eis durch Wärme in den flüssigen und weiterhin in den gasförmigen Zustand hinübergeführt wird, ist etwas Formales; den Wasserteilchen werden durch diese Veränderung keine neue Teile hinzugesetzt; sie erscheinen nur, je nachdem sie enger mit einander verbunden oder aus der engeren Verbindung gelöst sind, in einer anderen Form nach den festbestimmten Stufen, die wir als die drei Aggregatzustände bezeichnen. Nicht aber werden wir geneigt sein, in derselben Weise wie die Bewegung auch die Wärme, in der wir die wirkende Ursache dieser Veränderung erkennen, als ein blos Formales anzusetzen, obwohl auch durch sie der Stoffquantität keine neuen Teile hinzugesetzt werden. Es ist dieselbe Quantität von Wasserteilchen, welche aus der Verdunstung sich wieder zu dem Eiskrystalle sammelt, aus dem sie durch die Wärme zerstreut war, wenn sie auch nach diesen verschiedenen Zuständen, ganz verschieden auf unsere Empfindung und Wahrnehmung wirkt. Die Wärme aber als wirkende Ursache der Bewegung ist ohne Zweifel etwas Reales und insoweit wir nun in ihr nicht etwas vom Stoffe ganz Verschiedenes (Geistiges) anerkennen wollen oder können, sondern in dem stofflich Wirkenden auch selbst nur wieder ein Stoffliches anerkennen, sind wir veranlasst, dem wägbaren Stoffe gegenüber, der uns in den Aggregatzuständen erscheint, einen anderen also unwägbaren Stoff als wirkende Ursache der Bewegung, die in der Veränderung nach den Aggregatzuständen vor sich geht, in der Wärme anzunehmen. Man kann noch dem Sprachgebrauche gemäss der Materie als dem wägbaren Stoffe gegenüber für diesen unwägbaren Stoff den allgemeinen Namen Stoff festhalten, und Secchi macht unwillkürlich einigen Gebrauch von dieser Art der Bezeichnung, weil es offenbar seine Tendenz ist, den wägbaren und den unwägbaren Stoff, den er für gewöhnlich als Aether bezeichnet, auf den einen Begriff des Stoffes zurückzuführen; nicht jedoch in dem Sinne, dass er die Aetheratome nur als letzte Bestandteile des wägbaren Stoffes betrachtet, sondern vielmehr die Erscheinung der Schwere oder der Gravitation als eine Folge der Verbindung der Aetheratome, sowie das Hörbarsein eine Folge der Luftschwingungen ist, innerhalb bestimmter Grenzen, jenseits derer die Luftschwingungen aufhören die Wahrnehmung des Hörens zu bewirken. — Das geht auf die letzte Frage zurück und hat hier zunächst für uns noch keine Bedeutung. Von grundwesentlicher Bedeutung aber ist zunächst die Klarstellung des naturwissenschaftlichen Begriffes der Kraft und der Naturkräfte, auf welche wir durch jene einfache Betrachtung geleitet werden. Die Wärme als die wirkende Ursache der Bewegung in der Veränderung des Aggregatzustandes des wägbaren Stoffes bezeichnen wir unbedenklich als eine Kraft und wir haben überhaupt den Begriff der Naturkraft als der wirkenden Ursache der Bewegung genommen. Sehr richtig sagt Secchi: «Wir erhalten eine Vorstellung von diesem Begriffe durch die Empfindung, die wir haben, wenn wir einen Körper ausser uns, oder auch die Glieder unseres eigenen Körpers bewegen, welche Bewegungen als geleistete

Arbeit zu betrachten sind. Wenn uns nun die Erfahrung lehrt, dass jeder Bewegung eine Anstrengung von unserer oder anderer Seite vorausgeht, so ist es natürlich, dass wir diese Begriffe weiter ausdehnen, und sagen, dass jede Bewegung durch eine Kraft verursacht wird, welche dem Principe entspricht, aus dem die Anstrengung entspringt, die wir machen müssen, um einen Körper zu bewegen.» Es ist in diesen Worten der anthropomorphistischen Ursprung unserer naturwissenschaftlichen Grundbegriffe angedeutet, aber die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit diesen Begriffen nach ihrem Ursprunge muss noch etwas genauer erfolgen, als wie Secchi sie gibt.

Wenn das Ziel, welches Secchi sich vorgesteckt hat, erreichbar und von ihm wirklich erreicht ist, so ergibt sich, dass die Wärme als Ursache der Bewegung im wägbaren Stoffe nichts anderes sein könne als eine Bewegung im Verhältnisse des unwägbaren Stoffes zum wägbaren, resp. dass alle Naturerscheinungen ihrem Wesen nach nichts anderes sein können, als eine Ausgleichung zwischen der Bewegung im unwägbaren und im wägbaren Stoffe. Dann ist also Kraft ebenso gut wie Bewegung dem Realbegriffe Stoff gegenüber nur ein formales, mit welcher Erkenntniss erst alle Versuche, dem Begriffe der Naturkraft im Gegensatze zum Stoffe irgendwie eine Realität zu unterlegen, gründlich beseitigt sind. Dass wir dessungeachtet den Gebrauch des Begriffes Kraft ebenso wie den der Bewegung als Substantiv selbst aus der Wissenschaft nicht entfernen können, liegt in dem Stande unseres Denkens; nur müssen wir uns bewusst bleiben, hier noch schärfer als bei jener vor der durch die Natur des Denkens uns nahe gelegten Täuschung der Substitution einer Wirklichkeit für das substantivisch ausdrückte uns zu bewahren, weil der Begriff der Kraft in der Wirklichkeit, wenigstens innerhalb der Gestaltung der Naturerscheinung, ein viel grösseres scheinbares Anrecht hat als Realbegriff zu gelten und daher viel verführerischer ist, als der Begriff der Bewegung. Die Kraft und die Kräfte auf die Bewegung zurückzuführen, ist ja das anerkannte Ziel der induktiven Naturerkenntniss. Wie dann die Bewegung selbst im Allgemeinen und in den Modifikationen, worin sie uns als die sogenannten Naturkräfte erscheint, zu erklären ist, das ist die ausserhalb der Naturwissenschaft als solcher liegende Aufgabe der metaphysischen Spekulation oder des spekulativen Denkens; mit welcher Aufgabe wir aber an dieser Stelle durchaus noch nichts zu thun haben. Zunächst schliesse ich mich vollständig den Worten an, mit denen Secchi seine allgemeine Einleitung über den Begriff der Naturkräfte schliesst: «Sollte sich die Natur der Kräfte überhaupt jemals erklären lassen, so kann es nur in Folge derartiger Analysen (auf induktivem Wege) geschehen.» Wenn nun schon der Begriff der Naturkraft ein anthropomorphistischer ist, so geht der aus dem Fortschritte der neueren Naturwissenschaft hervorgegangenen Begriff der Arbeit darin noch einen Schritt weiter. Auch hier müssen wir aber vor allem des Fortschrittes uns bewusst werden, der zu dieser Bezeichnung der wirkenden Naturkraft als einer geleisteten Arbeit geführt hat. Die nächste Handhabe zu dieser genaueren Bestimmung gibt die Thatsache, dass die Trägheit oder das Beharrungs*vermögen*, wie ja schon dieser Ausdruck sagt, unwillkürlich auch als eine Kraft gedacht und daher mit der Schwerkraft in eine engere Beziehung gesetzt wird, als mit der in der sichtbaren Erscheinung der Schwere entgegenwirkenden Bewegung, was dann weiter mit dem Gegensatze von latenten

und wirkenden, Druck- oder Spannkräften und aktuellen Kräften zusammenhängt, wo dann schon die schwankenden Benennungen potentielle und aktuelle oder kinetische Energie, oder Kräfte und Potenzen die Unklarheit bezeugen, die hier noch in den Begriffen vorhanden ist. Beim Begriffe der Trägheit oder des Beharrungsvermögens müssen wir uns bewusst werden, dass hiemit durchaus nur eine Negation bezeichnet, diese Negation aber in dem scheinbaren Gegensatze begründet ist, den wir zwischen ruhenden und bewegten Körpern dem Augenscheine gemäss machen und durch den wir auf den Urgegensatz im Stoffe hingeführt werden. Der ruhende Körper bleibt in der Ruhe und der sich bewegende in der Bewegung, weil der Stoff in sich nicht die Macht einer Aenderung seines Zustandes hat, mit anderen Worten, weil im Stoffe als Stoff kein Wille ist, der die Natur des geistigen Wesens signalisirt. Der schwere Körper fällt nicht vermöge einer Kraft, welche ihm innewohnt, sondern vermöge des Gesetzes der Massenanziehung und wir verstehen es, dass Galilei der Begründer der Mechanik und der exakten Naturwissenschaft wurde, als er den Schein widerlegte, dass in dem einen Körper gewissermassen eine andere Schwerkraft sei, als in dem anderen. Indem wir als Körper mit allen anderen Körpern dem Gesetze der Schwere schlechthin unterworfen sind, empfinden wir die Bedeutung der Kraft als Ursache der Bewegung in dem Maasse, wie wir eine Ueberwindung des Widerstandes wahrnehmen, den die Massenanziehung der Bewegung entgegensetzt. Desshalb hängt die Steigerung des Begriffes der Kraft zu dem Begriffe einer geleisteten Arbeit in der Mechanik mit der an sich unzulässigen Unterscheidung von momentan und dauernd wirkenden Kräften zusammen. Die Kraft, welche die Planeten um die Sonne bewegt und sie nicht nach dem Gesetze der Schwere in die Sonne hineinfallen lässt, nennen wir eine momentane Kraft, weil der Stoss oder Impuls, der die Planeten aus der Falllinie in die Tangentialbewegung trieb, nur vermöge der Trägheit in seiner Wirkung fortdauert, obwohl genau gesprochen von einem momentanen als einem ausser der Zeit liegenden hier gar nicht gesprochen werden dürfte, worüber die Berichtigung fürs Denken einer anderen Stelle vorbehalten wird. Im Gegensatze dazu nennen wir die andauernde Kraft, welche geübt werden muss, wenn wir mit Anstrengung einen Nachen gegen den Strom aufwärts ziehen, oder wenn ein Pferd den beladenen Karren über das Pflaster zieht, eine Arbeit und übertragen diesen Begriff im gewöhnlichen Leben auf das Pferd und in der wissenschaftlichen Mechanik auf die lebendige Kraft d. h. auf die Wirkung, die ein in Bewegung gesetzter Körper vermöge seiner Geschwindigkeit leisten kann. Das Fallen eines schweren Körpers nach dem Gesetze der beschleunigten Bewegung bezeichnen wir nicht als eine Arbeit, obwohl es eine andauernde Kraft ist, offenbar weil wir unwillkürlich den Begriff der Kraft als Ursache der Bewegung im Gegensatze zu der Wirkung der Schwere denken, indem wir nicht bedenken, dass die Schwerkraft, die Massenanziehung, ebenso gut eine Bewegung ist, wie die Kraft, welche den Widerstand der Massenanziehung aufhebt oder ihm entgegenwirkt. Ebendamit hängt es zusammen, dass man die durch einen Widerstand in ihrer Wirkung gehemmten Kräfte als Druckkräfte bezeichnet, wobei man offenbar an den Druck denkt, den ein in seiner beschleunigten Fallbewegung gehemmter Körper auf die Unterlage ausübt. Sie heissen aber eben so gut Spannkräfte wie bei der Stahlfeder oder dem erhitzten

Dampfe, weil in Wirklichkeit nur der Begriff einer in ihrer Wirksamkeit der Bewegung gehemmten Kraft bezeichnet werden soll (wobei ich natürlich auch nur nach dem Scheine spreche, der in unserer Wirklichkeit liegt, denn in der Wirklichkeit, die die Wissenschaft herstellen soll, ist ja vielmehr die Bewegung die Ursache dessen, was wir als Kraft bezeichnen). Alle oben angeführten Bezeichnungen für die Thatsache der gehemmten Bewegung zeigen in ihrer offenbaren Abhängigkeit von der aristotelischen Begriffsbestimmung nicht weniger als der Begriff der latenten oder gebundenen Kraft, in soweit man dabei über den Gegensatz von Bewegung und Stoff als formalen und realen nicht klar geworden ist, die ungeheure Schwierigkeit, welche hier beim Denken sich entgegenstellt. Wir werden sehen, ob wir nicht mit der einfachen Bezeichnung gehemmter und freier Bewegung ausreichen, wenn wir jenen Gegensatz wirklich durchzuführen im Stande sind, obwohl auch in diesem Begriffe ein unvermeidliches Oxymoron übrig bleibt. Zunächst werde ich hier für diese Grundthatsache, die der Einteilung der Mechanik und in soweit aller Naturwissenschaft in Statik und Dynamik zu Grunde liegt, die von Secchi festgehaltene Unterscheidung von Druckkräften und Potenzen beibehalten. —

Diese anthropomorphistisch fortschreitende Bezeichnung und Auffassung der Bewegung im Stoffe als Kraft, momentane und andauernde Kraft, lebendige Kraft, Arbeit, führt uns an sich in das Gebiet der praktischen Anwendung der erkannten Naturgesetze im Leben, vor allem der Mechanik im engeren Sinne, und sie hat dort ihr Recht, das ihr nicht bestritten werden soll, bis zur Bestimmung einer Pferdekraft einer Potenz von 75 Meter-Kilogrammen und von so und so viel Atmosphärendrucken, technischen Ausdrücken in der Mechanik, die hier noch eine Erklärung finden sollen, um zu zeigen, wie wir in allem diesen auf die relativen Begriffe in unseren irdischen Verhältnissen angewiesen sind, aus denen wir den richtigen Ausweg für die denkende Erfassung des Ganzen suchen. Alle diese Bestimmungen, mit denen die Mechanik ihre gewaltigen Leistungen vollzieht, kommen zurück auf den Begriff des Gewichtes, welches als das Produkt aus der Masse in die Geschwindigkeit (Beschleunigung) seinem Wesen nach ein relativer ist. Wenn ich dieselbe Masse statt auf der Erde auf der Sonne oder auf dem Munde, Jupiter u. s. w. denke, so wird sie nach dem Verhältnisse der Masse dieses Körpers mit einer anderen Kraft angezogen werden als auf der Erde. Die Beschleunigung des Falles ist also, obgleich das Gesetz des beschleunigten Falles ein allgemeines ist, in der Wirklichkeit doch ein relatives Verhältniss. Auf der Erde ist sie vermöge der Summirung aller Partialanziehungen zu der Gesammtwirkung der Masse des Erdkörpers für alle Stoffe gleich, daher setzen wir für die Berechnung des Gewichtes den Druck an, den eine bestimmte Quantität eines Stoffes (Kubikmeter reinen destillirten Wassers bei einer Temperatur von $+ 4^0$) auf unserer Erde ausübt und berechnen die Kraft oder Arbeit nach der Bewegungsgrösse, welche die Ueberwindung dieses Druckes erfordert. Wenn wir von einem spezifischen Gewichte im Gegensatz zum absoluten sprechen, so ist dabei dem Ausdruck nach eben nur ausser Acht gelassen, dass auch das absolute Gewicht der Körpermasse, die wir als Einheit für das spezifische Gewicht ansetzen, an sich ein relatives ist und so kommen wir zur Bestimmung der mechanisch zu leistenden Arbeit nach Atmosphärendruck und Pferdekraft als ein not-

wendiges Hülfsmittel für die praktische Bestimmung, nur sollten wir darüber die geistige Arbeit des Denkens nicht versäumen, welches nur im recht verstandenen Absoluten seinen Grund und sein Ziel haben kann. Schliesslich aber haben wir hervorzuheben, dass wir auch in diesen ganz auf die Anwendung gerichteten und vielfach in der Anwendung sich verlierenden Bestimmungen und Bestrebungen hingewiesen werden auf das allgemeine und höchste Gesetz, in dem wir an die Aufgabe der denkenden Naturerkenntniss unmittelbar heranreichen. Newton hat die Trägheit als Grundeigenschaft des Stoffes, die man unrichtig als eine Kraft denkt (Beharrungsvermögen) richtig dahin erklärt, dass jeder Wirkung eine gleiche aber entgegengesetzte Rückwirkung entspricht; und Galilei überlegte schon, dass man bei der Maschine an dem Ende, an welchem die geringere Kraft angebracht ist, die Arbeit so oft ausführen muss, als die kleinere Kraft in der grösseren enthalten ist. Handelt es sich um die Arbeit, so bewirken die Maschinen weiter nichts, als dass sie an Kraft so viel ersparen, als an Zeit verloren geht und umgekehrt. «Sowohl der Stoss als die Reibung», sagt Secchi, «erwecken Wärme in den Teilen der Maschine, in den Axen und selbst in dem Mittel, worin sie sich bewegt und diese Wärme ist der genaue Ausdruck für die Menge der Potenz, welche beim Uebergang von dem einen Ende der Maschine für uns wirklich verloren geht.» Man sieht leicht, dass in diesen Thatsachen wie in den Grundgesetzen aller Mechanik: Kraft zur Last, wie umgekehrt die Länge der Hebelarme; die Kräfte wirken in dem umgekehrten Verhältnisse der Entfernung; das kürzere Pendel schwingt rascher als das längere; nichts anderes ausgesprochen ist, als das grosse Grundgesetz der Naturerscheinung, welches man jetzt als die Erhaltung des Stoffes und der Kraft bezeichnet, welches man aber erst in seinem wahren Wesen bestimmt haben wird, wenn man es als eine Umsetzung der Bewegung in der sich gleich bleibenden Masse des Stoffes erkannt haben wird. Die absolute Voraussetzung für die Möglichkeit dieses Grundgesetzes ist die Endlichkeit des Stoffes, denn so gut wie ich den Gewichtsverlust, den ein fester Körper erleidet, wenn er ins Wasser getaucht wird, nicht berechnen könnte, wenn ich nicht eine bestimmte Quantität Wasser in einem Gefässe hätte, so gut könnten wir die Gegenseitigkeit der Kräfte oder den Austausch der Bewegungen im Stoffe nicht verstehen, wenn nicht der Stoff eine endliche und begrenzte Grösse wäre. Es führt das aber auf die tiefsten philosophischen Fragen speziell auf die Frage nach dem leeren Raume und der räumlichen Unendlichkeit zurück, auf die wir vorläufig noch nicht eingehen. Bis dahin gebrauchen wir diese Ausdrücke und Begriffe mit Secchi nach dem vulgären nicht korrigirten Verständnisse. —

## ad 2. Die Theorie Secchis.

Selbstverständlich stellt sich Secchi als auf der Höhe der Wissenschaft stehender Naturforscher in Betreff der Stofflehre im Allgemeinen auf den Standpunkt der Atomenlehre, in Betreff der Wärme auf die mechanische Wärmetheorie, in Betreff des Lichtes auf die Undulationstheorie. Aber er führt in allen diessen Punkten die geltenden Theorieen um einen Schritt weiter, wodurch er sich den Weg eröffnet, nicht blos die genannten Erscheinungen, sondern auch die der Elektrizität, des Magnetismus, der chemischen Verwandtschaft, der Molekularanziehung

und der Gravitation auf das eine mechanische Gesetz der Bewegung im Stoffe in einer überzeugenden Weise zurückzuführen, Ich brauche nicht zu sagen, dass ich für mich hier nur ein eben oder kaum ausreichendes Verständniss, nicht aber ein Urteil über die Haltbarkeit des Thatsächlichen, welches den Fachmännern vorbehalten bleibt, in Anspruch nehme. Jedoch hat die Schrift Secchis eine solche Anerkennung gefunden, dass in dieser Rücksicht ein irgendwie bedeutender Zweifel nicht Raum zu haben scheint. —

Ich werde nun nach einigen Worten über das Verhältniss Secchis zur Atomenlehre im Allgemeinen der von ihm getroffenen Anordnung folgen, wonach die Gravitation, welche nach der gewöhnlichen Auffassung der ganzen Physik zu Grunde gelegt wird, vielmehr als das letzte Ergebniss erscheint. Die Atomenlehre ist für die heutige Naturwissenschaft eine selbstverständliche Voraussetzung als ein notwendiges Ergebniss des Denkens aus der Erfahrung der ganzen Stofferscheinung. Sie ist in Betreff des Stoffes im Ganzen die Wiederholung des einfachen Prozesses, der in meiner Wahrnehmung vorgeht, wenn sich ein von fern gesehener grüner Fleck in der Heide in eine ungezählte aber nicht unzählbare Menge von sprossenden Kornhalmen, oder, um die Bewegung hineinzubringen, wenn sich ein weisser Fleck näher betrachtet in eine wimmelnde Schaafheerde mir auflöst. Die Anwendung der Atomenlehre nicht blos auf den ponderablen sondern auch auf den imponderablen Stoff ist ebenfalls (besonders seit Fechner) als eine allgemeine Grundlage der wissenschaftlichen Naturbetrachtung anzusehen, Hier aber liegt die Sache bis jetzt noch durchaus verworren. Um von denen, welche den imponderablen Stoff entweder noch geradezu mit dem Geistigen oder doch mit dem Abstraktum Kraft verwechseln (worauf die philosophische Schwindelei unseres Gegensatzes von Idealismus und Realismus und von Idealrealismus und der Schwindel unserer Kraft- und Stofftheorien beruht) ganz abzusehen, so ist die Wissenschaft darüber noch zu keinem klaren Gedanken gekommen, wie die letzten Atome, wenn einmal die Atomenlehre sowohl dem ponderablen als dem imponderablen Stoffe zu Grunde gelegt wird, zugleich sowohl den ponderablen als den imponderablen Stoff constituiren können und diese Frage greift in das Grundverhältniss des Denkens zur Naturauffassung hinein. Denn wenn wir auf dem richtigen Wege des induktiven Denkens in der Zerlegung des (ponderablen) Stoffes bis zum Aeussersten voranschreiten, wozu uns die Chemie und die Physik nöthigten, so gelangen wir in den imponderablen Atomen zu einem Material, aus dem wir ein wie es scheint seinem Begriffe Widersprechendes aufbauen sollen, ähnlich wie Naturphilosophie des Unbewussten, wenn sie nicht den einzelnen Zellen als den Atomen des Organismus schon Bewusstsein beilegen will, dazu kommt, aus einer Composition von Unbewusstem das Bewusstsein entstehen zu lassen. Nun weist uns freilich schon die Physik und die Physiologie selbst den richtigen Ausweg aus dieser Alternative, wie uns an der Theorie des Schalles und des Hörens am klarsten wird. Denn so wie die Bewegung der Luft nur innerhalb bestimmter Grenzen uns die Wahrnehmung des Hörens vermittelt, so kann ja auch die Wahrnehmung des Druckes, die den Begriff der Schwere und der Gravitation bedingt, eine gewisse Grenze innerhalb der Combination der letzten Atome bezeichnen, die in soweit sie noch als solche, ausserhalb dieser Grenze gedacht werden, eben noch nicht den ponderablen Stoff constituiren.

Dass dieses der einzig mögliche aber auch durch alle Thatsachen der naturwissenschaftlichen Erfahrung d. h. des Experimentes gewiesene Weg für die Lösung der unabweisbaren Grundfrage ist, wird wohl kein denkender Naturforscher bezweifeln, wenn wir nun noch bemerken, dass, wenn es sich bei der Wahrnehmung des Hörens zunächst nur um eine individuelle subjektive Thatsache, bei der Gravitation aber um einen objektiven Vorgang in der Natur zu handeln scheint, dieser Zweifel bei einer richtigen Loslösung der Verschlingung des Subjektiven mit dem Individuellen in unserm empirischen Bewusstsein beseitigt wird. Auch beim Hören beruht jene Grenze der Hörbarkeit auf einem objektiven Naturgesetze d. h. auf einer bestimmten Stoffanordnung und das Subjektive, das Hören, das Wahrnehmen, das zum Bewusstsein bringen des Vorganges im Stoffe, ist nicht mehr Sache der Natur, sondern des Geistes. Und wenn uns dem gegenüber die Gravitation, die Massenanziehung, zunächst und überwältigend als ein objektiver Vorgang in der Natur erscheint, so müssen wir fürs erste nur nicht vergessen, dass uns ohne die subjektive Empfindung ja auch diese Thatsache nicht zum Bewusstsein käme, weiterhin aber werden wir bedenken müssen, dass dieses Verhältniss des Ponderablen zum Imponderablen die Urthatsache in der Stoffkonstitution und der Stoffverteilung ist, deren Verständniss auch ein ganz anderes Verständniss des Verhältnisses vom Subjektiven und Objektiven erfordert, als uns an dieser Stelle der Betrachtung schon zu Gebote steht. — Wirklich klar ist nun auch Secchi über dieses Grundverhältniss des Ponderablen zum Imponderablen sich nicht geworden und obwohl er, ohne Materialist zu sein, wiederholt sein Verlangen ausspricht, der Anschauung, worauf die induktive Wissenschaft hinzielt, beistimmen zu können, dass einfach alle Erscheinung auf die letzten Atome zurückgeführt werde, in dem Sinne, wie wir den Begriff des Atomes aus der Zerlegung des ponderablen Stoffes gewinnen, findet er doch Anstand, dieser Anschauung sich hinzugeben, weil er in ihr einen materialistischen Zug spürt, dem er sich hinzugeben in keiner Weise Willens ist. Es hängt diese Unentschiedenheit mit einer noch nicht ganz klaren Terminologie in Betreff der kleinsten materiellen Teile zusammen, die wir jedoch nach Secchi wohl gewinnen können, wenn wir ein für alle mal als Atome die festgehaltenen absolut letzten Urbestandteile des erscheinenden Stoffes bezeichnen, gleichviel ob wir dabei an das Ponderable oder Imponderable denken, als Moleküle aber die letzten festgehaltenen Massen des ponderablen Stoffes, ohne dass wir hierbei Rücksicht darauf nehmen, ob sie als Elemente oder als chemische Verbindungen erscheinen. Wenn Secchi zwischen elementaren und chemischen Molekülen unterscheidet, und erst aus der Verbindung beider, der gleichartigen und der ungleichartigen Moleküle, die kleinsten Körperteile entstehen lässt, so ist eine Frage eingemischt, auf die ich vorläufig, um eine feste Terminologie zu gewinnen, noch nicht einzugehen brauche, die Frage nämlich, ob unsere chemischen Elemente in Wirklichkeit eine Composition gleichartiger Atome, oder ob sie nicht auch schon zusammengesetzt sind. Ich will also als Atome die festgehaltenen Urbestandteile des erscheinenden Stoffes, als Moleküle die letzten Bestandteile des ponderablen Stoffes. resp. die Grenze bezeichnen. wo uns die Zusammensetzung der Atome als ponderabler Stoff wenn auch nicht in der Wahrnehmung, so doch in der Vorstellung oder im vorstellenden Denken fassbar wird. —

Diese Unklarheit und Unentschiedenheit bei Secchi hat nun ihren Grund nicht in einer Unklarheit seiner physikalischen wissenschaftlichen Hypothese, sondern in der Unzulänglichkeit seines philosophischen Denkens, was ich an dieser Stelle nicht weiter verfolge. Das Verdienst seiner wissenschaftlichen Hypothese ist es vielmehr, dass er, und wie es scheint auf dem einzig möglichen und richtigen Wege, die Unterscheidung des ponderablen und imponderablen Stoffes, die doch unabweisbar die Grundlage unserer Naturerkenntniss bildet, auf einen klaren und festen wissenschaftlichen Ausdruck gebracht hat. Er thut dieses, indem er in klarer Ueberwindung der Verwechslung von Trägheit und Schwerkraft, die unwillkürlich viel mehr, als man anzunehmen pflegt, das empirische Denken und in soweit die Wissenschaft beherrscht, den Atomen Bewegung und zwar fortschreitende und Rotationsbewegung beilegt, in der sie vermöge ihrer Trägheit beharren. so dass die Möglichkeit eines Widerstandes begründet ist, aus dem sich, was zunächst die Hauptsache ist, der Begriff der Gravitation und des schweren Körpers ergibt. Ein Molekül ist demnach eine solche Combination von Atomen, aus der durch gleichmässige Richtung der Bewegung eine Combination der Widerstandskraft hervorgeht, die das hervorbringt, was uns als Gravitation oder Schwerkraft erscheint; eine Definition, womit wir vollständig innerhalb der Grenzen der oben angezogenen physikalischen Erklärung der Wahrnehmung des Hörens bleiben, wenn wir nur die Hypothese der vermöge ihrer Trägheit als Stoff in der durch den ersten Anstoss (nach Secchi die Schöpfung; darüber später genauer) hervorgebrachten Bewegung verharrenden Atome annehmen. —

Um in die ganze ungeheure Wichtigkeit dieser Hypothese oder Vorstellung Secchis, die sich ihm offenbar aus seiner Thätigkeit als Astronom und als Physiker herausgebildet hat, einzudringen, wird es gut sein, den Vergleich oder, wenn die Hypothese in der Wahrheit besteht, die Thatsache uns vorzuführen, dass nach Secchi ein jedes Molekül aus einer ähnlichen Combination von Atomen besteht, wie in einem oder in unserem Sonnensystem die Planeten und ihre Monde um die Sonne sich bewegen, wozu ich folgendes bemerke. Erstens, was diese scheinbare Unendlichkeit im Kleinsten angeht, so darf uns diese als wirklich denkende Menschen eben so wenig geniren, wie die scheinbare Unendlichkeit im Grossen und wir müssen uns einmal gründlich von jener Düpirung des Denkens durch das Quantitative befreien, welche die Wissenschaft dem Kinde gleichstellt, welches über die Grösse der Welt sich wundert, wenn es zum ersten Male aus seiner Kinderstube auf einen freien Platz kam, ein Vergleich, dessen Wiederholung man wegen der ungeheuren Bedeutung der Sache gestatten möge. Zweitens, was die den Atomen zugelegte fortschreitende und rotirende Bewegung angeht, so steht da Secchi als Physiker genau auf demselben Standpunkt, worauf er als Astronom der Bewegung der Planeten gegenübersteht, die wir auch bis heute auf einen ersten Stoss oder Impuls zurückführen, ohne naturwissenschaftlich zu wissen, woher dieser gekommen ist. Wie Newton das Sonnensystem aus der Gravitation in Verbindung mit dem ersten Stosse, wodurch die Planeten aus der Falllinie in die Tangentiallinie abgelenkt wurden und nun vermöge der Trägheit in ihrer Bewegung um die Sonne beharren, erklärt, so wird es auf die Erklärung der Thatsachen durch die Hypothese ankommen, ob Secchis Hypothese sich behauptet d. h. aller der Thatsachen, welche die fortgeschrittene

Physik und Chemie bisher festgestellt hat. Was aber drittens das Speziellere jenes Vergleiches angeht, dass sich Secchi die Moleküle in ähnlicher Weise mit einem Centralkörper und umkreisenden Körpern denkt oder zu denken geneigt ist, wie ein Sonnensystem, das hängt wohl mit der Verallgemeinerung unseres Sonnensystems auf die ganze Sternenwelt zusammen, die auch Secchi mit den übrigen Astronomen annimmt. Das ist aber vorläufig noch eben so wenig erwiesen, als zur Begründung seiner ganzen Theorie notwendig, wie wir sehen werden. — Die folgenden Worte mögen uns die ganze Anschauung Secchis deutlich vor Augen stellen: «Wenn es Vielen», sagt er I. 54, «noch nicht recht einleuchten will, dass jene innere Bewegung in den Körpern stets erhalten bleibt, so hat das seinen Grund in der irrigen Annahme, dass die anderen Körper, in deren Mitte sich ein bestimmter Körper befindet, jeder Bewegung baar seien. Dies ist falsch; jeder Körper besitzt Wärme und daher ist jeder Körper in seinem Innern in schwingender Bewegung. Es kann also nur ein Austausch an lebendiger Kraft eintreten, welche auch beständig zu Gunsten des kälteren und zum Nachtheil des wärmeren Körpers stattfindet. Dies gilt nicht nur für diejenigen kleinen Körper, welche sich in nächster Nähe bei einander finden, sondern auch für die gewaltigen Massen des Weltalls. In jedem Weltsysteme existirt ein Centralkörper, welcher mit grösserer lebendiger Kraft begabt als die andern denselben immer davon mittheilt, wie z. B. in unserem Systeme die Sonne mit ihrer Wärme alle anderen Körper belebt. Dabei verliert die Sonne wirklich von ihrer Kraft und im ganzen Systeme strebt die Energie nach Ausgleich, indem sie von der Sonne nach allen Seiten ausstrahlt. So wird einmal die Zeit kommen, in welcher sich alles ausgeglichen hat und damit wird die jetzige Ordnung der Dinge zu bestehen aufhören, da dieselbe gerade in dieser Ungleichheit der Energie zwischen Sonne und Planeten ihren Grund hat und was wir von unserem besonderen Systeme gesagt haben, das lässt sich ganz allgemein für alle die unzähligen Systeme, die das Weltall bilden, wiederholen; dass die Energie in einem Punkte mehr concentrirt ist, als im andern, ist eine von den Grundursachen für den Bestand des Weltalls, für welche wir einen andern (letzten) Grund als den Willen des Urhebers aller Dinge niemals auffinden werden. Die sekundären Ursachen dafür aufzufinden ist nicht schwer.»

Ich wiederhole, die Grundbehauptung, dass jedes Molekül aus einem Systeme von Atomen besteht, die Behauptung, welche das Denken von seiner Befangenheit in der die Anschauung bestimmenden Macht der Quantität befreit, ohne welche Befreiung es nicht zu sich kommen kann, diese Behauptung bleibt bestehen, wenn auch die spezielle Uebertragung des Bildes unseres Sonnensystemes, die wir nicht einmal in der Astronomie zugeben können, auf die Physik und das Molekül als nicht begründet erachten müssen. —

Die Grundthatsache aller unserer physikalischen Erfahrung d. h. aller Wahrnehmung ist die fliessende Erscheinung des (ponderablen) Stoffes in den drei Aggregatzuständen des Festen Tropfbar-Flüssigen und Gasförmigen, die durch die Wärme bewirkt und das Licht sichtbar wird, Wir wissen jetzt auch durch das Experiment, was Secchi zum Teil nur noch voraussetzen konnte, dass diese Thatsache der Abhängigkeit des (ponderablen) Stoffes von der Wärme eine unbedingte ist, seitdem es festgestellt ist, dass nicht allein auch nicht die festesten Körper der Hinüberführung in den gasförmigen Zustand durch Hitze nicht widerstehn,

sondern dass auch die bisher für permanent gehaltenen Gase durch einen sehr hohen Grad von Wärmeentziehung in den tropfbar-flüssigen Zustand hinübergeführt werden können. Wir halten desshalb um so lieber das Wasser in seinen drei Aggregatzuständen als instruktives Beispiel des Grundnaturprozesses im Auge, als uns in der That in ihm dieser Prozess auf unserer Erde wie in einem mikroskopischen Bilde vorgeführter erscheint und wir die für die bestehenden Verhältnisse fest erscheinende Constituirung eines Teiles der ponderablen Stoffe als feste Körper und eines anderen Teiles als sogenannte permanente Gase als eine in der Schöpfung begründete Urordnung betrachten dürfen, die der Mensch nur durch Anwendung künstlicher Mittel überwinden kann, die aber gleichwohl auf demselben Gesetze beruht, nach dem wir unter unseren Augen das Eis in Wasser, und das Wasser in Dampf sich verwandeln sehen und umgekehrt nach dem Grade der Wärmemenge, welche einer bestimmten Quantität zugeführt wird. Diese Wirkung der Wärme, welche sich als Dehnbarkeit oder Elastizität des Stoffes zeigt, und welche nach der mechanischen Wärmelehre, von der allein noch die Rede sein kann, welche aber eine klare, ich sage nicht Begründung sondern Vorstellung in der That noch nicht gefunden hat, wenn sie auf abstossende und anziehende Kräfte in den Molekülen zurückgeführt wird, wird nun von Secchi, und das scheint mir der Hauptschritt und die Grundlage seiner ganzen Theorie zu sein, auf ein einfaches mechanisches Bewegungsgesetz zurückgeführt, indem die vom Mathematiker Poinsot ausgeführte Theorie der negativen Reflexion, wonach ein Stoss nicht zugleich die fortschreitende und rotirende Bewegung eines Körpers vernichten kann, auf die Bewegung der Atome angewendet wird. Es ist das kein anderes Gesetz als das, worauf die bekannten Erscheinungen des Ricochetirens, die Bewegung der Scheibe beim Diskuswerfen, der Kugeln beim Billard und am auffallendsten beim Boomerang der australischen Wilden beruhen, wobei ein langes in die Gestalt eines stumpfen Winkels gebogenes Holz so geworfen wird, dass es von dem getroffenen Gegenstande zu dem Werfenden zurückkehrt und welches sich mathematisch dadurch erklärt, dass ein Teil der drehenden Bewegung in fortschreitende Bewegung verwandelt und dadurch eine Vermehrung der Geschwindigkeit bewirkt wird. Soll dieses Gesetz auf die Atome, die sich der Voraussetzung gemäss in zu gleich fortschreitender und drehender Bewegung befinden, angewendet werden, so muss offenbar schon eine Störung des Gleichgewichtes vorausgesetzt werden, wonach das eine in der Bewegung befindliche Atom einen Stoss bekommt, doch nicht durch ein anderes ihm gleiches, sondern durch eine an Widerstandskraft überwiegende Masse, womit wir dann wieder an der Frage stehen, ob eine solche quantitative Differenzirung in den Atomen selbst ursprünglich begründet sein könne, was dem Begriffe des Atomes zu widersprechen scheint, oder ob sie durch eine Zusammenballung von Atomen bewirkt sein solle, wofür wir aber dann den Erklärungsgrund suchen. Vorläufig brauchen uns hier um diese Fragen noch nicht zu bekümmern, da es sich bei der Erklärung der Aggregatzustände um die Moleküle handelt, die als solche Verbindungen von Atomen betrachtet werden, dass sie sich als wägbarer Stoff geltend machen. Nur so viel muss für die Voraussetzung hingenommen werden, dass die Moleküle selbst, wie sie aus einer Zusammensetzung von in der Bewegung begriffenen Atomen gedacht werden, auch in der Bewe-

gung, der fortschreitenden und der rotirenden, gedacht werden müssen, was Secchi als einen Wirbel bezeichnet, insofern, wie wir weiter sehen werden, die rotirenden Moleküle in den umgebenden Atomen in derselben Weise eine wirbelnde Bewegung bewirken müssen, wie dies in sichtbarer Weise in den grösseren Stoffmassen der Fall ist. Dies vorausgesetzt, erklärt sich nun die Wandelung des ponderablen Stoffes nach den Aggregatzuständen als eine derartig verschiedene Verbindung der Moleküle, dass die Bewegung entweder eine ganz freie (wie im leeren Raum gedachte), oder eine durch den Complex mehrerer Moleküle bis zu einem gewissen Grad in ihrer Bewegung gebunden, oder endlich als eine durch die Richtung der Axe und die Intensität der Bewegung ganz gleichmässige erscheint, was wir als den Zustand des Gasförmigen Tropfbar-Flüssigen und Festen unterscheiden. Bewirkt aber wird diese Wandlung durch ein grösseres oder geringeres Mass der in den Atomen innerhalb des Moleküls mitgeteilten ursprünglichen Bewegung, welche dann in den einzelnen Atomen nach dem Gesetze der negativen Reflexion eine grössere Erregung, eine stärkere Schwingung und, indem sie weiter auf die Umgebung des Moleküls wirkt, die Ausdehnung hervorbringt, die für gewöhnlich auf die anziehenden und abstossenden Kräfte und auf die Elastizität zurückgeführt wird. Hiernach kommen wir zu einer relativ klaren Vorstellung, die Secchi p. 100 in folgenden Worten ausdrückt: Ein fester Körper geht in einen flüssigen über, wenn den Molekülen Impulse erteilt werden, welche gross genug sind 1. ihre Mittelpunkte von einander zu entfernen (wo es allerdings dem oben bemerkten gemäss noch unklar bleibt, ob die Mittelpunkte real oder formal gedacht sind), 2. den Rotationsaxen verschiedene Richtung zu erteilen, 3. den Synchronismus in den Oscillationen der einzelnen Gruppen zu zerstören, 4. die Cohäsion zu vernichten. Verdampft eine Flüssigkeit, so ist 1. den Molekülen eine erhöhte Energie der Vibration mitgetheilt, 2. der innere Druck gehoben, 3. werden die Moleküle mit solcher Geschwindigkeit fortgeschleudert, dass sie von einander mehr oder weniger unabhängig werden. Am fasslichsten wird uns die Sache sein, wenn wir wieder an das instruktive Beispiel vom Wasser in seinen drei Zuständen uns halten, wo wir doch kaum in irgend einer anderen Weise uns den Vorgang zurechtlegen können, wie wir etwa durch die blose Dehnbarkeit die Zerstreuung der Wassermoleküle aus dem festen Zustande in den gasförmigen denken sollen. Wir werden später sehen, wie gerade auch die beim Wasser scheinbar stattfindende Ausnahme für das Gesetz der Ausdehnung durch die Wärme in dieser Weise sich erklärt. Auch können wir schon hier berücksichtigen, dass in der Krystallbildung des Eises das Grundgesetz sich ausspricht, dass an sich aller Uebergang aus dem flüssigen Zustande in den festen mit bestimmter Formbildung verbunden ist, was dann wieder mit der Cohäsion zusammenhängt. Doch wir wollen nicht vergessen, dass wir erst am Anfange der Erklärung stehen. —

Mit dem Uebergange von der physikalischen Thatsache der Unterscheidung der Aggregatzustände, wobei wir nur an gleichartige Stoffe zu denken brauchen, zu der chemischen Thatsache der Verbindung verschiedenartiger Stoffe thut Secchi nicht eigentlich einen wesentlich neuen Schritt in der Erklärung des Stoffes, in so weit er durchaus geneigt ist, auch die chemische Mischung auf die einfachen Molekularkräfte zurück-

zuführen. Jedenfalls stellt er zunächst fest, dass auch die Wirkung der sogenannten chemischen Verwandtschaft in einem messbaren Verhältnisse zur Wärme steht und indem er auf Grundlage der neuesten Beobachtung die beiden wichtigen Gesetze konstatirt: erstens dass dieselbe Menge chemischer Thätigkeit immer eine gleiche Wärmemenge erzeugt, und zweitens dass ein festes Verhältniss besteht zwischen den Aequivalenten in den verschiedenen Ordnungen der Verbindungen und der Menge der erzeugten Wärme, hält er sich für berechtigt, das Princip der mechanischen Wärmetheorie mit ihrer Erweiterung auf den reinen Begriff der Bewegung auf die chemische Wirkung übertragen und daher die Ueberzeugung aussprechen zu dürfen, die erste Aufgabe gelöst zu haben, die darin bestand, zu zeigen, dass sich die Erscheinungen der Wärme auf einen einfachen Austausch der Bewegungen (im ponderablen Stoffe) zurückführen lassen und ein anderes Princip zu ihrer Erklärung nicht nothwendig ist. «Die innere Arbeit (die Bewegung der Atome) findet sich in einem fortwährenden Widerstreit mit den Banden, welche die Teile der Körper an einander fesseln und, welches auch die Natur dieser Bande sei und durch welche Ursachen sie auch erzeugt werden, so sind die Wirkungen, welche hervorgebracht werden sollen, immer proportional der Arbeit, welche geleistet werden muss, um sie (jene Bande) zu überwinden, und damit der Bewegung, die dem Körper erteilt wird, wenn wir dieselbe nach ihrer lebendigen Kraft bemessen.» Wir brauchen nur an den alten Satz zu denken: Corpora non agunt, nisi fluida. Vorläufig bleibt, sagt Secchi p. 160, diese Theorie noch unabhängig von jeder Ansicht über die Kraft, durch welche die Moleküle aneinander haften und welche der Wärme entgegenwirkt und noch kann dieser Zusammenhalt durch zwei verschiedene Hypothesen erklärt werden; nämlich entweder durch eigentümliche Kräfte, die den Atomen innewohnen oder durch Einwirkung eines sie umgebenden Mittels. Die erste Hypothese ist die bei weitem bequemere, da sie es nicht übernimmt das Wesen dieser Kräfte eingehend zu untersuchen, sondern sie als Thatsachen hinstellt, die sich in jedem einzelnen Falle geltend machen, die andere dagegen sucht diese Thatsachen aus dem physischen Gesetze der Bewegung herzuleiten. Was dieses umgebende Mittel sei und wie daraus die physischen nicht blos, sondern auch die chemischen Thatsachen nach dem einfachen Gesetze der Bewegung erklärt werden sollen, werden wir später sehen, so viel aber glaube ich schon hier bemerken zu dürfen, dass bei dem Versuche, die chemischen Gesetze wie die physikalischen auf die Cohäsion und die Molekularkräfte einfach zurückzuführen, doch die Thatsache des Gegensatzes zwischen den sich verbindenden Elementen zu wenig berücksichtigt scheint, ausser vielleicht in so weit hier die Grundfrage, in wie weit die chemischen Elemente doch nur als verschiedenartige Atomverbindungen betrachtet werden dürfen, hier noch nicht beachtet wird. —

Bei den durch die Wärme bewirkten Aggregatzuständen haben wir es nur mit dem wägbaren Stoffe zu thun. Das Licht steht in einem Gegensatze zu dem Wägbaren, insofern es durch den als leer gedachten Raum zu uns gelangt. Weil ein leerer Raum ein Nichts, eine gedankenlose Vorstellung ist, so führt die Wahrnehmung des Lichtes von selbst auf den Begriff eines unwägbaren Stoffes; die Wahrnehmung des Sehens entspricht der Bewegung des unwägbaren Stoffes, wie die Wahrnehmung des Hörens der Bewegung im wägbaren Stoffe. Auf dieser Parallele beruht

die Erklärung der Erscheinungen des Lichtes durch die Undulationstheorie, die also durchaus mit der Grundlage der Theorie Secchis zusammenfällt. Secchi hat hier nicht, wie bei der Erklärung der Wärme, durch welche die Aggregatzustände im wägbaren Stoffe erst geschaffen werden, einen eigentlich neuen Schritt zu thun. Sein zweiter Hauptschritt in der Erklärung des Lichtes besteht vielmehr nur darin, zu zeigen, dass alle die Erscheinungen, welche die Undulationstheorie begründet haben, ihre einzig mögliche oder doch ihre einfachste Erklärung finden in demselben Principe der vermöge ihrer Trägheit in der Bewegung verharrenden Atome, aus der die Wärme mechanisch verstanden wurde, und dass es daher unnöthig und unberechtigt ist, für die Erscheinung des Lichtes einen anderen Stoff oder eine andere Kraft vorauszusetzen, als eben jene in der Bewegung begriffenen Atome, die als solche conservirt in uns, die wir als ponderable mitten im Ponderablen sind, durch die zum Bewusstsein gekommene Berührung des Imponderablen mit dem Ponderablen im Sehnerven die Empfindung des Sehens erzeugt. Die Grundlage der die Physik weiter führenden Theorie Secchis bildet die durch die genauere Untersuchung des Spektrums festgestellte Thatsache, dass der von der Sonne kommende Lichtstrahl durch die Brechung im Prisma in der Weise in die Farben zerlegt wird, dass einerseits durch die dunklen Linien, deren Entdeckung und genauere Beobachtung die Spektralanalyse begründet hat, die Unterbrechung der Continuität angezeigt ist, und dass anderseits die Verschiedenheit der Farben mit den verschiedenen Wirkungen des Lichtstrahls zusammenfällt, indem das Roth der erwärmenden, das Gelb der leuchtenden und das Violett der chemischen Wirkung des Lichtstrahls entspricht. Die Verbindung dieser beiden Thatsachen ist es, die uns die Möglichkeit der ganzen Erklärung der Lichterscheinung aus der mechanischen Bewegungslehre der Atome ahnen lässt, wenn wir uns nur erinnern, dass schon längst jene Dispersion des Lichtstrahls in den Farben durch die Brechung im Prisma mit der Schwingungsenergie, resp. mit der Wellenlänge und der Zahl der Schwingungen in einer Sekunde d. h. in einem Zeitatom zusammenstimmend erkannt ist, wobei es sich von selbst versteht, dass die Messung der Schwingungsenergie nach Differenzen zwischen 3000,000,000 (beim rothen) und 7000,000,000 beim violetten Strahl in einer Sekunde d. h. in einem Zeitatom nur der mathematische Ausdruck für eine Sache ist, die quantitativ unser Vorstellungsvermögen schlechthin überschreitet, welches aber doch nicht im wahren Sinne ein absolutes ist, wie wir uns ja leicht zum Bewusstsein bringen, wenn wir nur daran denken, dass für den Brechungswinkel des Lichtstrahls im Prisma der vorhergehende Brechungswinkel desselben beim Eintritt in unsere Atmosphäre in ähnlicher Weise die als absolut genommene Voraussetzung ist, wie beim spezifischen Gewichte das absolute Gewicht der Quantität des Stoffes, die wir als Einheit angesetzt haben. — Die Aufhebung der Continuität des Spektrums durch die dunklen Linien geht durch das ganze Spektrum hindurch und anderseits sind in jedem Lichtstrahl die drei Wirkungen die erwärmende, die leuchtende und die chemische vorhanden, so aber dass nach Beschaffenheit der Körper, auf die der Lichstrahl wirkt, entweder der erwärmende oder der chemische Strahl mehr absorbirt wird und so der gelbe Lichtstrahl als solcher hervortritt. Hierin ist die Grundlage der Theorie erfasst. Die erwärmende Kraft im Lichtstrahl (dass es keinen Lichtstrahl absolut ohne

erwärmende Kraft gibt, ist erwiesene Thatsache) beweiset die Identität der Wärmekraft mit der Leuchtkraft, die chemische Wirkung beweiset die Einwirkung des Lichtes auf die Constitution der Körper, die Verbindung des Wägbaren mit dem Unwägbaren; in dem gelben Strahl tritt die Leuchtkraft als solche, die Bewegung der Atome, wie sie durch den als leer erscheinenden Weltraum hindurchgeht, hervor. Aus allen Thatsachen, sagt Secchi I. p. 177, geht unwiderleglich hervor, dass der Unterschied, den man bisher zwischen den einzelnen Arten von Strahlen gemacht hat, nur von der verschiedenen Empfänglichkeit der Stoffe herrührt, auf welche sie einwirken, und nicht in ihrer eigenen Natur begründet ist, dass für alle ein und dasselbe Princip gilt, dass sich dasselbe aber als leuchtende Kraft äussert, wenn die Schwingungen solcher Art sind, dass sie auf unsere Netzhaut wirken, als chemische Thätigkeit, wenn Strahlen auf Stoffe treffen, welche durch sie zersetzt werden; dass es aber allgemein und in allen Fällen eine Erhöhung der Wärme bewirkt. Ganz genau müsste man die Sache so ausdrücken, dass die Bewegung der Atome in der Anordnung des Stoffes im Ganzen, die in dem Gegensatze von Atomen und Molekülen oder vom Imponderablen und Ponderablen und in der dieser Anordnung im Ganzen entsprechenden physiologischen Organisation unseres Körpers besteht, es bedingt, dass die Wahrnehmung der reinen Bewegung als solcher an die Sehnerven geknüpft ist, während in der Wärme eine allgemeine und in der chemischen Wirkung eine besonders qualifizirte Modifikation der reinen Bewegung der Atome durch den Contakt mit dem Ponderablen erscheint. — Und wie nun beim gewöhnlichen Sehen diese Beziehung der Leuchtkraft zu dem beleuchteten Stoffe sich in dem Gesetze ausspricht, dass die Intensität des Lichtes, die Helligkeit, im Verhältnisse zu dem Quadrate der Entfernung abnimmt, so scheint das spektroskopische Sehen diese Beziehung in ihren letzten Gründen aufzuschliessen durch die Grundthatsache der Umkehrung der Spektrallinien d. h. durch die Beobachtung, worauf die ganze Spektralanalyse beruht, dass dieselben Linien, die in dem dunkleren Lichte, welches von einem glühenden festen oder flüssigen Körper ausgeht, wenn dieses Licht durch irgend einen verbrennenden Stoff affizirt wird, als helle Linien erscheinen und umgekehrt im hellen Sonnenlichte als dunkle; wie z. B- die helle Natriumlinie der dunklen Linie *d* im Sonnenspektrum entspricht. Daraus folgt, wie Secchi feststellt, dass der Dampf irgend einer Substanz gerade diejenigen Strahlen absorbirt, welche er selbst beim Verbrennen aussendet, dass das Ausstrahlungsvermögen und Absorptionsvermögen genau dieselben Strahlen betrifft. Daraus zieht dann Secchi weiter die Folgerungen (p. 218): Dass der Aether alle Vibrationen der Körper jeder Art fortpflanzen kann, wie gross auch die Länge der Wellen sein mag, dass aber sobald der vibrirende Körper nur eine bestimmte Anzahl von Wellen aussendet, der Aether auch nur diese fortpflanzen, keine neuen hinzufügen kann. Umgekehrt können die wägbaren Moleküle die Vibrationen des Aethers in sich aufnehmen, deren lebendige Kraft bei der Uebertragung der Bewegung auf die wägbare Materie übergeht; allein es ist leicht einzusehen, dass nicht alle wägbaren Moleküle mit allen Aetherwellen gleichzeitige Schwingungen ausführen können, sondern dass die Empfänglichkeit für die einzelnen Wellen des Aethers von dem Maasse, dem Volumen und noch anderen Eigenschaften der stofflichen (wägbaren) Moleküle abhängig sein muss.

Daher werden sich nur gewisse Gruppen von Molekülen die lebendige Kraft des Aethers aneignen, während die übrigen die Bewegung desselben ungestört lassen, eine Erscheinung, die vollständig mit der übereinstimmt, dass nur die auf einen Ton gestimmten Saiten mit diesem Tone mitklingen. Auch in diesem Falle entziehen die Saiten, die in Erschütterung versetzt werden, der Luft lebendige Kraft. — In dieser Weise ist nun der Weg gebahnt, um alle Beobachtungen und Thatsachen, welche die Undulationstheorie begründet haben, auf das eine Princip der Erklärung des Lichtes als der wahrgenommenen Bewegung der Atome im Gegensatze zu den Molekülen zurückzuführen. Was uns als der leere Weltraum erscheint, ist die Masse der Atome, deren Bewegung uns als Licht zur Wahrnehmung und zum Bewusstsein kommt, in so weit sie im Gegensatz zu den Molekülen oder dem Ponderablen nach einem bestimmten mit unseren Sehnerven korrespondirenden Maasse gemessen ist, sowie ein bestimmtes Maass der Luftschwingungen unserem Ohre als Ton zur Wahrnehmung und zum Bewusstsein kommt. Was die Ursache dieser ursprünglichen und schöpferischen Constitution des Stoffes in dem Gegensatze von Atomen und Molekülen, oder dem Imponderablen oder Ponderablen sein mag, fragen wir hier nicht, wo wir es nur mit der im Stoffe gegebenen Thatsache zu thun haben, und nur so viel ist vorab zu bemerken, dass der Einwurf, als müsse uns der Weltraum an sich hell erscheinen, wenn Licht die empfundene Bewegung der Atome ist, nicht besteht, weil ja nur die nach einem bestimmten Maasse gemessene Bewegung der Atome im Gegensatze zu dem Ponderablen das Licht bewirkt, dessen Hauptquelle für uns die Sonne ist, dessen Dasein aber soweit reicht, als anderseits die Concentration der Sternenwelt die Herrschaft der Schwerkraft im ganzen Weltraum d. h. im ganzen wahrnehmbaren Stoffe. Wir wissen ja auch nun, dass die Spektralanalyse uns die Einsicht in die Gleichartigkeit des Stoffes im ganzen Weltraum eröffnet hat; fürs erste halten wir aber die Erscheinungen auf unserer Erde im Auge, um uns von der Haltbarkeit der Erklärung zu überzeugen, wonach das Licht als die gemessene Bewegung der Atome nur in ihrer Beziehung und in ihrem Zusammenwirken mit den Aggregatzuständen des Ponderablen, wie sie auf unserer Erde durch ihre Stellung im Sonnensystem bedingt sind, zu unserer Wahrnehmung gelangt; eine Beziehung, die wir nach der mechanischen Erklärung nur als eine Umsetzung und einen Austausch in der Bewegung verstehen können, so dass die Lichtstrahlen, welche uns als solche im Zusammenwirken mit den Molekülen verloren gehen, teils als wärmende, teils als chemische Kraft sich geltend machen. Da ich die Durchführung nur summarisch geben kann, will ich um diese mechanische Erklärung dem allgemeinen Verständnisse näher zu bringen auf zwei Thatsachen aufmerksam machen, deren erste Secchi in folgenden Worten hervorhebt: I p. 220: «Allein um allgemein die Absorption und insbesondere die, welche in zusammengesetzten Gasen und in festen Körpern stattfindet, zu erklären, muss man noch ein zweites Princip zu Hülfe nehmen, nämlich die Unregelmässigkeit in der Form der Moleküle der durchsichtigen Körper. Dies folgt aus den schönen Untersuchungen Tyndalls und anderer Physiker, welche gezeigt haben, dass die Absorption in einem Gase um so bedeutender ist, je complizirter seine Zusammensetzung ist: so absorbirt der Wasserdampf 60mal so viele Strahlen, als eine gleiche Masse von Sauerstoff und Wasserstoff, und Amoniakgas besitzt eine absorbirende

Kraft, die 150mal grösser ist als die elementaren Gase, aus denen dasselbe besteht. Die Erscheinung lässt sich erklären wenn man annimmt, dass die Atome der elementaren Gase feste Körper von Kugelform oder doch sehr einfacher geometrischer Gestalt sind, um welche die Aetherwellen sich sehr leicht herumwinden können, dass dagegen die zusammengesetzten Moleküle Ecken und Winkel besitzen, in denen jene Wellen bald erlöschen, wie die Schallwellen in weichen Stoffen und die Wogen des Meeres zwischen den Klippen.» Zweitens will ich vorab aufmerksam machen auf den Unterschied, den der Kohlenstoff in seinem Verhalten zum Lichte zeigt, je nachdem er als amorpher Stoff in der schwarzen Kohle oder krystallisirt im funkelnden Diamant auftritt, bei dem noch die Verhältnisse der Brechung und der Umstand, dass wir hier keinen mittleren Aggregatzustand darstellen können, während die anderen permanenten Gase bisher nur künstlich bis zur flüssigen oder auch festen Form haben verdichtet werden können, noch besondere Bedeutung haben möchten. Jedenfalls dient aber jener Unterschied zum Beweise dafür, wie sehr das Licht von seinem Verhältnisse zu der Anordnung der Moleküle abhängig ist. —

Um nun summarisch die Erklärung der physischen Erscheinungen beim Lichte nach Secchis Theorie auszuführen, müssen wir uns erinnern, dass nach derselben die Moleküle Wirbel, d. h. rotirende Massen von Atomen sind, welche nach dem Grade der Zusammengehörigkeit und der Gleichmässigkeit ihrer Bewegung als gasförmige flüssige oder feste Körper erscheinen. Mit der Unterscheidung der Aggregatzustände hängt nun im Allgemeinen zusammen der Gegensatz von Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit und also, da mit der Durchsichtigkeit die Brechung und die Dispersion, mit der Undurchsichtigkeit die Reflexion des Lichtstrahls verknüpft ist, die ganze physische Lehre vom Lichte. Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit sind etwas relatives; alle Körper im gasförmigen Zustande sind durchsichtig und zwar, wie wir oben sahen, nach dem Grade ihrer Einfachheit d. h. hier ist die Verbindung der Moleküle eine so weite, dass die Bewegung der Atome, welche überhaupt die Empfindung des Lichtes in uns erzeugt, relativ ungestört durch dieselbe hindurchgeht. Umgekehrt sind die Metalle die undurchsichtigsten Körper, womit der ihnen eigenthümliche Metallglanz d. h. die Reflexion des Lichtes von ihrer glatten Fläche zusammenhängt. Aber auch das solideste Metall kann in eine so dünne Schicht gebracht werden, dass es durchsichtig wird, d. h. seine Moleküle können so auseinander getrieben werden, dass die Bewegung der Atome ungestört durchgeht. Wie enge diese Thatsache mit der Theorie des Lichtes in Verbindung steht, mögen die folgenden Worte Secchis I. p. 268 beweisen: «Es ist bekannt, dass das Gold in sehr dünnen Blättchen durchsichtig ist und dass es in durchgehendem Lichte eine schöne grüne Farbe besitzt; beim ganz reinen Golde nähert sich die Farbe sogar ein wenig dem Blau. Nun besitzen die gewöhnlichen Goldblättchen nach dem genannten englischen Physiker (Faraday) eine Dicke, die dem fünften oder sechsten Teil der Wellenlänge des gelben Lichtes gleichkommt. Liess er die geschlagenen Blättchen auf einer Lösung von Kaliumcyanur im Wasser schwimmen, so konnte er die Dicke noch weiter verringern, bis sie nach seiner Meinung kaum noch den fünfzigsten Teil jener Welle betrug; auch Professor Gori hat Goldblättchen niedergeschlagen, die vielleicht noch dünner waren. Trotz dieser ausserordentlichen Feinheit änderte sich die Färbung durchaus nicht und es erklärt sich hieraus,

warum bei diesen Blättchen auch nicht die geringste Unterbrechung des Zusammenhanges bemerkt werden kann; die Färbung hat also ihren Grund in wirklichen Vorgängen der Absorption, diese Färbung wird, wie Faraday bewiesen hat, nur von der Compression der Metallteilchen hervorgerufen, denn erwärmt man sehr vorsichtig die Blättchen auf Glas, so werden sie ausserordentlich durchsichtig, allein es genügt dann nur ein leiser Druck, um ihnen die grüne Farbe wiederzugeben. — Auch das Silber hat ähnliche Eigentümlichkeiten und sehr feine Blättchen dieses Metalls gestatten dem violetten oder purpurfarbenen Lichte den Durchgang; schliesst man mehrere solche Blättchen in eine Röhre ein und erhitzt man sie stark, dass ihr Zusammenhang sich lockert, so werden sie so durchsichtig, dass man sich kaum vorstellen kann, dass sie überhaupt vorhanden sind. — —

In der Erklärung der Interferenz der Lichtstrahlen fällt die Undulationslehre unmittelbar mit der Theorie Secchis zusammen, ebenso in der Erklärung des Schillerns der dünnen durchsichtigen Körper, die auf der Interferenz beruht. Die Phosphorescenz erklärt Secchi als eine sekundäre in den betreffenden Körpern (alle Körper ausser den Metallen können diese Eigenschaft annehmen) erregte und bleibende Bewegung.» «Die Erscheinungen zeigen», sagt Secchi I. p. 228, «dass unter dem Einflusse des schwingenden Aethers die Moleküle der Körper Erschütterungen erfahren, ganz in derselben Weise, wie die Körper durch den Schall in harmonische Schwingungen versetzt werden, welche wohl eine Zeit lang anhalten, auch wenn die erregende Ursache zu wirken aufgehört hat.» Da aus diesen Thatsachen hervorging, dass unter dem Einflusse des Aethers die Körpermoleküle selbst in wirkliche Schwingungen geraten, so haben die Physiker in der neueren Zeit hieraus einen neuen Weg abgeleitet, um die dauernde Färbung der Körper zu erklären: die Farben der Gegenstände würden demnach ihren Ursprung finden in Schwingungen der Teilchen selbst, die mehr oder weniger mit den Schwingungen des auffallenden Strahles zusammenfallen. Von der Phosphorescenz unterscheidet sich die Fluorescenz dadurch, dass bei dieser durch die chemischen Strahlen indirekt ein Leuchten hervorgebracht wird und wie wir in diesem Falle durch die kürzeren (chemischen Wellen) lange verursachen, so umgekehrt bei der Calorescenz, wobei durch dunkle Wärmestrahlen Körper glühend gemacht werden, kürzere durch die längeren. Die Erklärung dieser feinen Thatsachen scheint besonders beweisend für die Theorie Secchis. Ich füge hier noch folgende Aeusserungen Secchis über die chemische Thätigkeit des Lichtes an. I. p. 224: «Als Beispiel dafür, dass Stoffe unter dem Einflusse des Lichtes Verbindungen eingehen, erwähnen wir die Verbindung des Chlors mit dem Wasserstoff, woraus sich die Salzsäure bildet, eine Vereinigung, die im direkten Sonnenlichte so schnell vor sich geht, dass eine heftige Explosion erfolgt. Um die Intensität der chemischen Wirkung des Lichtes zu bestimmen, haben Bunsen und Roscoe diese Vereinigung benutzt, sie aber im schwachen Lichte langsam erfolgen lassen; durch diese Versuche hat sich gezeigt, dass die Intensität des Lichtes abnimmt, wenn dasselbe chemische Verbindungen zu Stande bringt; also bei der chemischen Arbeit, wird die lebendige Kraft der Welle aufgebraucht.» p. 232: «Auf welche Weise soll man sich nun diese Thätigkeit und den wunderbaren Mechanismus vorstellen, durch welchen die Operationen in der Pflanze vor sich gehen? Nehmen wir an, das Licht sei nicht ein Stoff, der sich mit den Elementen der Körper verbindet, wie man ehemals glaubte,

sondern eine Bewegungserscheinung, so ist die einzig vernünftige Erklärungsweise jener Erscheinungen die, dass man sagt, dass die Teilchen des Sauerstoffs und des Kohlenstoffs oder anderer Körper, so eng sie auch mit einander verbunden sind, doch von einander durch die Vibrationen getrennt werden, die das Licht in ihnen hervorruft. Indem die Geschwindigkeit und die Excursionen, welche die Teilchen beim Schwingen ausführen, durch den Einfluss des Lichtes bis zu einem gewissen Punkte vergrössert werden, werden die Teilchen gezwungen, aus den Attraktionssphären, in denen sie sich befanden, herauszutreten und es wird ihnen die Freiheit wiedergegeben, entweder vollständig, wie es beim Sauerstoff geschieht, der von der Pflanze in Gasform ausgeschieden wird oder nur teilweise so, dass die Elemente mit andern weniger beständige und desshalb auch leichter zersetzbare Verbindungen eingehen. Auf diese Weise lassen sich die Zersetzungen erklären, und auch über die Vereinigung der Elemente Rechenschaft zu geben bietet keine grössere Schwierigkeit. Denn wenn die Schwingungen der Moleküle durch die Einwirkung des Lichtes immer erweitert werden, so kann leicht der Fall eintreten, dass ein Molekül in die Wirkungssphäre des andern eindringt, und auf diese Weise können sie sich zu einer gemeinsamen Sphäre vereinigen, in der sie dauernd eingeschlossen bleiben; sobald dies geschieht, muss nach den früher entwickelten allgemeinen Gesetzen Wärme frei werden, und es können sogar augenblickliche Explosionen erfolgen, wie dies bei ber Mischung von Chlor und Wasserstoff stattfindet. In Uebereinstimmung mit dieser Auffassung hatte schon Fresnel gesagt: «Wenn das Licht nur in einer besonderen Art von Schwingungsbewegungen eines allgemein verbreiteten Fluidum besteht, wie aus den Erscheinungen der Diffraktion hervorgeht, so darf man nicht mehr annehmen, dass seine chemische Thätigkeit dadurch erfolge, dass sich seine Moleküle mit denen der Körper verbinden, sondern dadurch, dass die Schwingungen dieses Fluidum eine mechanische Wirkung auf die wägbaren Teilchen ausüben, durch welche dieselben in neue Gleichgewichtssysteme gebracht werden, welche durch die Art und Energie der Schwingungen, denen sie ausgesetzt werden, festeren Bestand, besitzen.» Auch ist hier die rechte Stelle, um die Möglichkeit für die Erklärung der scheinbar anomalen Thatsache, dass das Eis beim Schmelzen sich zusammenzieht, durch Secchis Theorie aufzuweisen. Die Arbeit der Ausdehnung, sagt er I. p. 239, scheint bei denjenigen Stoffen zu fehlen, die sich, wie das Eis beim Schmelzen zusammenziehen; allein es ist dies nur scheinbar der Fall, denn, wenn sich auch in den grossen Massen keine Ausdehnung zeigt, so findet dieselbe doch in den kleinsten Teilchen statt; denn, wenn die integrirenden Moleküle der Krystalle bei ihrer Auflösung die Richtung ihrer Axen verändern, so müssen sie sich wenigstens nach gewissen Richtungen hin von einander entfernen, weil bei den festen Körpern die Moleküle nicht nach allen Seiten hin gleichweit von einander abstehen, wie dies in den Flüssigkeiten der Fall ist. Es bleibt aber zu untersuchen, ob das Volumen, das ein Körper einnimmt, sich vergrössert, oder verkleinert, wenn die Moleküle nach allen Seiten hin in gleichen Abstand von einander gebracht werden; im ersten Fall wird sich der feste Körper beim Schmelzen ausdehnen, im anderen dagegen zusammenziehn. In dieser Weise wird die Schwierigkeit gehoben, dass jene Erscheinungen dem Satze widersprechen, dass mit Rücksicht auf die Absorption von Wärme, welche immer stattfindet, bei jeder Schmelzung eine

Ausdehnung erfolgen müsse. Aber auch ohne Ausdehnung bleiben noch zwei Arbeiten übrig, welche Kraft absorbiren; es müssen nämlich die Axen der Moleküle aus ihrer festen Stellung gebracht werden, und weiter muss der Aether gleichmässig auf allen Seiten um jedes Molekül verteilt werden, was für den flüssigen Zustand unbedingt erforderlich ist.» Wenn wir bedenken, dass diese Thatsache der nicht von dem Wärmegrad abhängigen verminderten Ausdehnung namentlich beim Wasser in ähnlicher Weise wie die Schiefe der Ekliptik und die Art der Verteilung des Festlandes und der Wassermassen auf unserer Erde eine der Grundbedingungen ist, worauf die Möglichkeit der Organisation und des Lebens auf Erden beruht, so können wir hier schon einen Zusammenhang in der schöpferischen Constitution der Stoffvertheilung ahnen, der den Weg zu einer wissenschaftlichen Auffassung des Naturgesetzes im religiösen Sinne eröffnet. —

Was wir nun oben von der Interferenzerscheinung gesagt haben, dass in deren Erklärung die Theorie Secchis mit der allgemein anerkannten Undulationstheorie direkt zusammenfällt, das gilt gleicher Weise von der ganzen Optik nach dem wunderbaren Höhenstandpunkte ihrer Ausbildung, den sie durch die Undulationstheorie schon erreicht hat. Ich will nur noch bei den feinsten Thatsachen darauf hinweisen, bis zu welchem Grade Secchi seine durchgeführte mechanische Bewegungstheorie an denselben durch die gröberen Erscheinungen unserer gewöhnlichen Mechanik zu erläutern versteht. Die Polarisation des Lichtes, welche ihrem Wesen nach in nichts anderem besteht, als in einer durch die Brechung des Lichtstrahls nach sehr festen Gesetzen erfolgende Richtungsbestimmung der transversalen Schwingungen der Aetheratome, macht Secchi nach seiner Theorie in folgender Weise anschaulich, I, p. 260: «Wird einem rotirenden Körper ein Stoss in einer Richtung erteilt, die in eine auf der Rotationsaxe senkrechte Ebene fällt, so lehrt uns die Mechanik, dass sich dann eine spontane Rotationsaxe bildet, und hiedurch wird in der Regel der Erfolg erzielt, dass sich der Schwerpunkt seitwärts im Vergleich mit der Richtung des Stosses bewegt; man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man gegen einen Kreisel stösst, derselbe wird in den meisten Fällen seitwärts vor dem Stosse ausweichen. Am besten zeigt sich dies in dem von Mariani angegebenen Experimente: stellt man einen rechts drehenden Kreisel auf eine horizontale Platte und neigt man dieselbe, sobald der Kreisel eine feste Stellung eingenommen hat, von Süd nach Nord, so wandert der Kreisel von Ost nach West, neigt man dagegen die Platte von Ost nach West, so bewegt sich der Kreisel von Süd nach Nord. Hiebei ist es die durch die Schwerkraft neu hinzukommende Componente, welche verursacht, dass sich der Kreisel in einer Richtung bewegt, die auf der Componente selbst rechtwinklich ist, was ohne die Rotation sicher nicht geschehen würde.» Nur scheinbar liesse sich hingegen einwenden, dass die Atome, deren Schwingung das Licht bewirkt, nicht unter das Gesetz der Schwerkraft fallen, weil die Trägheit oder Widerstandskraft der schwingenden Atome die Schwerkraft ersetzt und unsere Vorstellung hier nur durch die festen Zahlenverhältnisse geregelt werden kann, welche ja gerade bei der Polarisation so entschieden dominiren. — Die sehr complizirten Gesetze der doppelten Brechung erläutert Secchi auf Grundlage einer sehr glücklich gewählten einfachen Analogie. «Um

uns», sagt er I. p. 279, «zunächst eine Vorstellung von einem Mittel zu verschaffen, das nach drei Richtungen hin verschiedene Elastizität besitzt, wollen wir uns einen Würfel aus Holz denken, der nach der Richtung seiner Fasern geschnitten ist: in diesem Körper wird die Elastizität in der Längsrichtung einen anderen Werth besitzen, als in der Richtung des Querschnittes und auch in der letzteren Ebene wird sie in der Richtung, die mit den Jahresringen parallel ist, eine andere Grösse haben, als in der Richtung, die senkrecht auf derselben steht. Wird daher in einem solchen Körper eine Schwingungsbewegung erregt, so kann sich dieselbe nicht mit derselben Geschwindigkeit nach allen Seiten hin ausbreiten.» — Nachdem dann nachgewiesen ist, dass in dem Mittel mit drei ungleichen Elastizitätsaxen die Schwingungen sich im Allgemeinen in zwei senkrechten Ebenen mit verschiedener Geschwindigkeit ausbreiten müssen, wird dann weiter durch Herbeiziehung eines Experimentes aus der Schalllehre (in einem von einem Violinbogen gestrichenen Stabe, an dem zwei andere von verschiedener Elastizität, die sich einander nicht berühren, befestigt sind, pflanzt sich der Schall durch diese beiden anderen selbständig in verschiedener Weise fort) schliesslich anschaulich gemacht, wie die einzige Bewegung des natürlichen Lichtstrahls in den Mitteln, die die Erscheinung der doppelten Brechung zeigen, in zwei vollständig gesonderte Bewegungen sich teilen kann, wobei ich nur noch bemerke, dass man nicht vergessen muss, dass diese Veranschaulichungen für Secchi nur der ganz rohe Ausdruck sind für die mathematische Erklärung der physikalischen Erscheinungen. «Erinnern wir uns», sagt Secchi im Schlussabschnitt vom Licht I. p. 287, «welche Mühe das Problem der Bewegung der Himmelskörper, das doch unendlich einfacher ist, der Mechanik bereitet, so würde es uns nicht Wunder nehmen, dass es eine sehr schwierige Aufgabe ist, in jedem einzelnen Falle die beobachteten Thatsachen mit der analytischen Formel in Einklang zu bringen. So wie wir in der Mechanik des Himmels immer die Störungen zu berechnen haben, ebenso, ja in noch höherem Grade, gibt es auch in der Mechanik der Moleküle, besonders in dem jetzt behandelten Teile eine Menge von Störungen. Hierhin rechnen wir z. B. die Erscheinung der Dispersion der Farben, die Veränderung der Lagen der optischen Axen in den Krystallen nach der Länge der Wellen, die Unsicherheit, die noch über die Bewegung der Moleküle im Verhältnisse zur Ausbreitungsrichtung des Strahles besteht. So wie aber jene Störungen kein Hinderniss für die Annahme der Schwerkraft bildeten, so können auch diese Unsicherheiten uns nicht hindern, die Existenz des Aethers (die Bewegung der Atome) anzunehmen.» — Wie wir in der mechanischen Erklärung der Wärme den ersten, in der mechanischen Erklärung des Lichtes den zweiten, so müssen wir jetzt in der Erklärung der Elektrizität und des Magnetismus den dritten Schritt in der Zurückführung der Stofferscheinung auf das Princip der Bewegung thun; jener geheimnissvollen Kräfte, die in der Natur selbst nur in vereinzelten Fällen, wie im magnetischen Eisen, in den Zitterrochen und Zitteralen, in der zerstörenden Gewalt des Blitzes ihre Wirksamkeit offenbaren, und deren in der wirklichen Natur gebundene und überwundene Wirksamkeit durch die eindringende Wissenschaft und das Experiment entfesselt am meisten den Höhepunkt der modernen Naturwissenschaft bezeichnet. Wie nun die Elektrizität und der Magnetismus unter einander in so enger Verbindung stehen, dass sie gar nicht von einander getrennt behandelt werden können, so stehen diese beiden

Kräfte mit der Wärme, dem Lichte und der Constitution des wägbaren Stoffes in so offenbarer Beziehung, dass der Gedanke, dass wir es in all diesen Erscheinungen nur mit ein und demselben Principe, welches nur nach den Verhältnissen in verschiedener Weise sich äussert, zu thun haben, gewiss sehr nahe liegt; desto befremdender wird uns aber nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft noch der kühne Gedanke Secchis entgegentreten, dass alle diese gewaltigen Wirkungen und geheimnissvollen Erscheinungen, welche das Experiment an den Kräften der Elektrizität und des Magnetismus aufgewiesen hat, doch schliesslich auf ein einfaches Bewegungsgesetz zurückzuführen sind, welches um nichts geheimnissvoller ist, als wenn wir eine fliessende Wassermasse vor einem Riegel sich stauen und demgemäss ihren Weg suchen sehen. —

Das der Elektrizität und dem Magnetismus Eigentümliche und diese Kräfte von der Wärme und dem Lichte gemeinsam Unterscheidende, ist die Bindung ihrer Wirksamkeit an das Gesetz des sogenannten polaren Gegensatzes, worunter nach Secchi thatsächlich nichts anderes zu verstehen ist, als eine bestimmte Richtung der anziehenden und abstossenden Kräfte in der Art, dass die gleichnamigen Pole sich abstossen, die ungleichnamigen sich anziehen d. h. dass das Ende eines Teiles, welches einen andern anzieht, eben diesen Teil abstösst, wenn er umgekehrt in die entgegengesetzte Lage zu ihm gebracht wird. Man hat diesen Gegensatz als polaren bezeichnet und den einen Pol den positiven, den andern den negativen genannt oder auch als Glas- und Harzelektrizität, weil man mittelst der durch Reibung an diesen Körpern hervorgebrachten Wärme zuerst dieses Verhalten bemerkte und studirte. Um nun den wahren Sinn dieser Thatsachen zu verstehen, müssen wir zunächst noch das Verhältniss von Strom und Spannung ins Auge fassen, wonach unter Spannung nichts anderes zu verstehen ist, als die Ansammlung von Bewegung nach der einen Richtung, der dann immer die Ansammlung von Bewegung nach der entgegengesetzten Richtung entspricht. Festgestellt werden konnte diese grundlegende Thatsache nur dadurch, dass unter den Körpern selbst ein Unterschied oder ein Gegensatz von guten und schlechten Leitern der Elektrizität vorhanden ist, wodurch es möglich ist, durch die schlechten Leiter als Isolatoren die Ansammlung der einen oder der anderen Art von Elektrizität zu Stande zu bringen, wo sich dann zeigt, dass die mit positiver Elektricität geladenen Körper die gleichfalls mit positiver Elektricität geladenen abstossen, die mit negativer geladenen hingegen anziehen und umgekehrt, während z. B. die durch Reiben erwärmte Glasröhre die Hollunderkügelchen beständig anzieht und wieder abstösst, weil dem Kügelchen durch die Berührung mit der Glasröhre mitgetheilte gleichnamige Elektricität demselben durch die Luft sofort wieder entzogen wird. In diesem Spiele offenbarte sich dem Menschengeiste zuerst die gewaltige Wirkung der Kräfte, welche in der Constituirung der gewohnten Verhältnisse in ihrem Resultate gebunden vorhanden ist und deren Zurückführung auf ein einfaches Gesetz der Bewegung, nachdem sie jetzt durch das Experiment entfesselt, aber auch in den Dienst des Menschen gebracht ist, in ihrer Gewaltigkeit vor uns liegt, das Ziel und die Krone der denkenden Naturauffassung ist. Wir können aber an diese durch Secchi angebahnte Lösung der höchsten Aufgabe der mechanischen Erklärung der Naturerscheinung nicht herantreten, ohne zugleich schon auf die Beziehung derselben zum Denken unser Augenmerk

zu richten. Secchi drückt sein nächstes Resultat II. p. 159 in folgenden Worten aus: «Es ist daher, sagt er im Hinweis auf seine induktive Darlegung der Spannungserscheinungen, offenbar, dass die Spannung in nichts anderem besteht, als in einer Anhäufung der Elektrizität in den Körpern, die man als positiv, und in einem Mangel in denen, die man als negativ geladen bezeichnet und dass die Wirksamkeit dieser Spannung vollständig der Thätigkeit der Kraft entspricht, welche bei den Flüssigkeiten den Druck bewirkt.» Wir müssen aber, um Secchi recht zu verstehen, dabei nicht ausser Acht lassen, dass er unter Strom im wissenschaftlich-exakten Sinne nur die Linie versteht, längs deren sich die elektrische Kraft äussert, und dass er daher von einem Strome mit den jetzigen Physikern nur in dem Sinne spricht, wie wir trotz Copernikus vom Aufgang und Untergang der Sonne sprechen. «Hier haben wir», sagt er II. p. 15, «einen Ausdruck, der eine Theorie in sich schliesst und desshalb vermieden werden müsste, wir werden ihn aber gleichwohl der Kürze wegen anwenden an der Stelle der schwerfälligen Bezeichnung: Linie, längs deren sich die elektrische Kraft äussert.» Es ist aber offenbar, dass wenn wir diesen streng wissenschaftlichen Sinn des Wortes Strom festhalten, dadurch auch das ganze Mysterium des polaren Gegensatzes in der Elektricität und im Magnetismus in den einfachen mathematischen Begriff einer Richtung der Bewegung und eines Mehr und Minder, einer Messung in dieser Bewegungsrichtung umgesetzt, und dass damit nicht allein das Mysteriöse des polaren Gegensatzes auf den formalen logischen Begriff der Verneinung zurückgeführt, sondern dass damit auch das Verhältniss von Ursache und Wirkung in dieser Beziehung für unser Denken umgekehrt d. h. rektifizirt wird. Der polare Gegensatz kann dann nicht mehr als wirkende Ursache in der Naturerscheinung angesetzt werden, wenn er in seinem Wesen als ein bloses Plus und Minus in der der Erscheinung zu Grunde liegenden Bewegung erkannt ist. Selbstverständlich bleibt es aber der denkenden Erfassung vorbehalten, es zu erklären, wie dieses Mehr und Weniger in der durch eine Richtung bestimmten Bewegung eine solche Bedeutung für die Erscheinung im Stoffe gewinnen kann. — Was nun den induktiven Beweis Secchis für das oben ausgesprochene nächste Resultat angeht, so gilt hier für mich in erhöhtem Maasse das in Beziehung auf die Theorie der Wärme und des Lichtes Gesagte, dass Secchi nicht allein alle der jetzt geltenden exakten Erklärung unterstehenden Thatsachen zu seiner Grundlage hat, sondern dass er über die geltenden Theorien hinaus die feinsten Thatsachen des Experimentes mit vollster und freiester Beherrschung des ganzen Gebietes der Thatsachen und geltenden Theorien, auch da wo diese von den Thatsachen des Experimentes überholt werden, für sich in Anspruch nimmt; dass ich aber meinerseits nichts anderes thun kann, als dem Verfasser, so viel ich es vermag, zu folgen. Wir nehmen das oben bezeichnete nächste Resultat Secchis wieder auf, dass die Spannung in nichts anderem besteht, als in einer Anhäufung der Elektrizität in den Körpern, die man als positiv und in einem Mangel in denen, die man als negativ geladen bezeichnet und dass die Wirksamkeit dieser Spannung vollständig der Thätigkeit der Kraft entspricht, welche bei den Flüssigkeiten den Druck bewirkt, dass also, da diese beiden Zustände sich immer einander ergänzen, indem der eine immer sein Ende erreicht, wenn der andere eintritt, es ein und dasselbe Agens sein muss, welches in beiden Zuständen in Be-

wegung gesetzt ist und das nach aussenhin die zweierlei verschiedenen Wirkungen hervorruft.» Um von hier aus eine einigermassen geordnete Uebersicht über das ungeheure Gebiet der Thatsachen, welche durch den einen Grundgedanken der mechanischen Erklärung der Naturerscheinung nach Bewegungsgesetzen zu bewältigen Secchi sich die Aufgabe gestellt hat, zu gewinnen, fassen wir weiterhin die Entdeckung der Induktionsströme und den dadurch vollständig klar gelegten Zusammenhang zwischen Elektrizität und Magnetismus und dessen gewissermassen negativer Allgemeingültigkeit im Diamagnetismus ins Auge. Und wie es nun immer dieselben elektrischen Erscheinungen sind, welche auf dem im engeren Sinne mechanischen Wege (Reibungselektricität) oder durch chemische Zersetzung (Galvanismus oder richtiger Voltaismus) oder durch einfache Erwärmung (Thermoelektrizität) hervorgerufen werden, so werden wir durch die besondere Erscheinung des Magnetismus, in dem diese Bewegungserscheinung in so hervorragender Weise an das Eisen und unter den Gasen an den Sauerstoff gebunden auftritt, zurückgewiesen einerseits auf die Aggregatzustände des ponderablen Stoffes und anderseits auf das Licht, in dem wir die Bewegung des imponderablen Stoffes als solche erkennen und in allem diesen werden wir durch die feinsten Resultate des Experimentes auf einen solchen innern aus den Bewegungsgesetzen zu erklärenden Zusammenhang hingeführt, dass wir dadurch zur vollen Einsicht in die Bedeutung der Constituirung des (wägbaren) Stoffes nach den Aggregatzuständen des Festen Flüssigen und Gasförmigen auf unserer Erde als Grundlage der organischen Gestaltung gelangen. Es mag gleich hier noch hinzugefügt werden, dass das Eigentümliche der Wirksamkeit der elektrischen Kraft an der Oberfläche der Körper in der Spannung, während der elektrische Strom wie die Wärme und der Magnetismus durch die ganze Leitung hindurchgeht, so wie auch anderseits das Eigentümliche des Magneten, dass jeder kleinste Teil wieder ein vollständiger Magnet mit positiven und negativen Polen ist, mit dieser Beziehung der unwägbaren Bewegung zur wägbaren in ihren drei Zuständen innerlich zusammenzuhängen scheint. — Ich will nun, da ich nicht einen Auszug aus dem Werke Secchis zu geben beabsichtige, nach den bezeichneten Gesichtspunkten noch so viel aus demselben herübernehmen, als zur Rechtfertigung meiner Benützung seiner Theorie als Grundlage meiner Naturauffassung genügend erscheint. Man beachte nur die folgenden durch die Beobachtung festgestellten Gesetze: die chemische Thätigkeit eines Stromes ist proportional seiner magnetischen Intensität, wie sich dieselbe durch Anwendung der Bussole ergibt und sie ändert sich nicht, an welchem Punkte der Leitung auch der Zersetzungsapparat eingesetzt wird; ferner: die elektrische Thätigkeit des Stromes steht im Verhältnisse der chemischen Aequivalente; ferner: die gesammte Menge der Wärme, welche bei der gewöhnlichen chemischen Combination entwickelt wird, ist ebenso gross als diejenige, welche auf voltaischem Wege erzeugt wird; allein im letzteren Falle findet sich die entwickelte Wärme zum Teil in der Säule, zum Teil in der Leitung, und diese beiden Teile ergänzen sich immer zu derselben Summe. (p. 64: Die chemische Zersetzung ist eine Arbeit, welche vom Strome geleistet wird und kann desshalb auch die Stelle von Wärme vertreten, welche sich in der Leitung entwickelt. Dafür dass ein solcher Ersatz stattfindet, liefert folgendes schöne Experiment einen Beweis: nimmt man als Poldrähte bei einer starken bunsenschen

Säule von wenigstens 30 grossen Elementen, wie man sie zur Erzeugung des elektrischen Lichtes gebraucht, zwei ziemlich dünne Platindrähte, und taucht man dieselben allmälig in ein Gefäss mit Wasser, so zeigt sich anfangs durchaus keine chemische Zersetzung, sondern statt dessen bemerkt man kleine leuchtende Entladungen, so dass die Oberfläche der Drähte wie mit einem Schleier oder einer Lichthülle umkleidet erscheint; man könnte die Drähte für glühend halten, was sie aber nicht sind, dagegen hört man bei ihnen ein leises Zischen, welches wahrscheinlich durch entweichenden Dampf bewirkt wird. Unterdessen erwärmt sich das Wasser sehr schnell und gelangt in das Sieden durch die Wärme, welche vom Strome entwickelt wird und welche der eines schönen Lichtbogens gleichkommt. Werden dagegen die Leitungsdrähte tiefer eingetaucht, so beginnt bei einem gewissen Punkte sofort die chemische Thätigkeit, zugleich aber nimmt die Temperatur der Flüssigkeit ab und die chemische Zersetzung erfolgt wieder unter den gewöhnlichen Umständen, also ohne wesentliche Temperaturerhöhung; es kann somit kein Zweifel darüber stattfinden, dass wir hier einen Fall vor uns haben, in welchem die chemische Thätigkeit die Stelle der Wärme vertritt oder mit anderen Worten die chemische Zersetzung für die mechanische Arbeit der Wärmeschwingungen eintritt.) Ferner: die nach dem Ohm'schen Gesetze bemessenen elektromotorischen Kräfte stehen im Verhältnisse der Wärme, welche bei der Combination der Stoffe entwickelt wird, und diese spezifischen Wärmemengen zeigen dieselbe Reihenfolge und dieselben Verhältnisse, welche von den Chemikern ihrer Verwandtschaft mit dem Sauerstoffe beigelegt wird. p. 69. Fassen wir jetzt die Gesetze der Säule unter dem mechanischen Gesichtspunkt zusammen, so haben wir gefunden, dass die elektromotorische Potenz im direkten Verhältnisse steht 1. zu der algebraischen Summe aller (positiven und negativen) Arbeiten, welche in ihr selbst geleistet werden; 2. zur Summe aller Widerstände, welche der Strom in seinem innern Laufe oder ausserhalb der Leitung zu überwinden hat; 3. zu der Menge der Wärme, die derselbe Strom in seinem Laufe entwickelt, vorausgesetzt, dass keine Widerstände ausserhalb des Stromlaufes zu überwinden sind und dass die chemischen Thätigkeiten, welche zufällig oder regelmässig erfolgen, alle in dem Ausdruck für die bewegende Potenz Aufnahme gefunden haben und 4. zu der Wärmemenge, welche durch die molekularen Arbeiten der zu Stande kommenden Verbindungen erzeugt wird. Den ganzen Stand der Beobachtung drückt Secchi in folgenden Worten aus: p. 78. «Wenn die Elektrizität eine Art Bewegung ist, wie Wärme und Licht, so muss sie auch mancherlei Modifikationen erleiden, je nach den verschiedenen Arbeiten, die sie leistet, mögen dieselben in das Gebiet der Mechanik gehören, oder in der Erzeugung von Licht und Wärme bestehen. Da nun hierbei Bewegung weder verloren gehen noch neugeschaffen werden kann, so muss sich der Betrag der Arbeit selbst bei allen Umwandlungen wiederfinden und die Hauptschwierigkeit wird nur darin bestehen, in den einzelnen Fällen die besondere Art der Arbeit festzustellen und ihren numerischen Werth nach den allgemeinen Gesetzen zu ermitteln; wobei zu bemerken, dass ja schon in der Möglichkeit einer solchen Ermittlung der mechanische Charakter der Bewegung ausgesprochen ist. Ueber die Wirkung der Elektrizität an der Oberfläche der festen Körper: p. 82. Wenn bei der Reibung die mechanische Kraft die oberflächliche Schicht der Moleküle in Schwingungen versetzt, so stört sie ihr Gleichgewicht

mit um so grösserer Leichtigkeit, je weniger diese Moleküle durch den Druck der anderen in ihrer Bewegung gehindert werden. Hiedurch zeigt sich die mechanische Arbeit, wie Thomson richtig bemerkt, teils in der Form der Wärme, teils in der von Elektricität. Ist die Leitungsfähigkeit des Körpers für die molekulare Bewegung der Wärme gering, so bleibt die Wirkung an seiner Oberfläche concentrirt, findet dagegen die Bewegung einen leichten Durchgang (ist der Körper ein guter Leiter), so dringt sie in das Innere ein und zeigt sich in den meisten Fällen nur als einfache Wärme; doch kann sie auch die Form der Spannung und des Stromes auch in diesen Körpern annehmen, wenn man nur die Anordnung so trifft, dass sich letztere erkennen lassen. Ueber die Beziehung von Elektrizität und Wärme p. 98: «Dieselben Ursachen, welche den thermoelektrischen Strom in den Metallen hervorrufen, erzeugen in Isolatoren eine elektrische Spannung»; und die von Elektricität und Licht: p. 102: Wir müssen zuerst bemerken, dass die Unterscheidung der Isolatoren und Leiter genau mit dem Unterschiede übereinstimmt, der zwischen den Körpern besteht, welche das Licht gradlinig und elliptisch polarisiren (durchsichtige Körper und Metalle.) Die Abhängigkeit der Elektrizität von der spezifischen Kohäsion in den festen Körpern zeigt sich besonders in der Thermoelektrizität.» p. 83: «Das Thermorechteck zeigt die Erzeugung eines elektrischen Stromes durch Erwärmung an dem einen Ende, also eine Störung des Gleichgewichtes, welche sich durch Abweichung einer im Innern aufgestellten Magnetnadel bemerkbar macht.» Secchi weist nach p. 91, dass hierbei der Aether dieselben Wirkungen hervorbringt, wie die Wärme in Flüssigkeiten, die in Röhrensysteme eingeschlossen sind, welche in verschiedenen Querschnitten auf verschiedene Temperatur gebracht werden. Die Richtung des Stromes ist in verschiedenen Metallen nicht dieselbe; bei manchen erfolgt die Bewegung vom wärmeren Ende zum kälteren (Typus des Antimon) bei anderen vom kälteren zum wärmeren (Typus des Wismuth). Die Beziehung der elektrischen Bewegung zum ponderablen Stoffe im Allgemeinen zeigt die allmälige Ausbreitung des elektrischen Stromes. p. 107: Theorie wie Beobachtung zeigen übereinstimmend, dass in den gewöhnlichen Leitern der Strom nicht augenblicklich, sondern allmälig der ganzen Länge nach zu seiner vollen Intensität gelangt. Gibt man z. B. mit einem baieschen Telegraphen durch chemische Einwirkung Zeichen, nachdem der Strom erst durch eine lange unterirdische Leitung gegangen, so sind die vom Telegraphen verzeichneten Striche in ihrem Anfange dünn und verwaschen und nehmen erst allmälig ihre volle Stärke an, beim Unterbrechen des Stromes laufen sie ebenso in ein dünnes verwaschenes Ende aus. Schaltet man in den Leitungsdraht drei Galvanometer ein und zwar zwei in der Nähe der Pole, eines in der Mitte, ladet man hierauf den Leitungsdraht und setzt man dann gleichzeitig beide Pole der Säule mit der Erde in Verbindung, so sieht man dass die Nadel im ersten und letzten Galvanometer sich sofort bewegt, während die des Mittleren erst etwas später nachfolgt. Man sieht hieraus, dass sich der Strom gleichzeitig von beiden Polen nach der Erde hin entladet und desshalb setzen die Telegraphisten, wenn sie den Contakt mit der Säule unterbrechen, den Leitungsdraht durch das andere Ende des Schlüssels mit der Erde in Verbindung, um ihn desto schneller zu entladen. Durch diese Experimente lässt sich die Zeit bestimmen, in welcher ein Draht in einem gewissen Abstande vom

Anfangspunkte eine gewisse Spannung erlangt und weiter ergeben sie, dass sich der Strom auch in der Richtung ausbreiten kann, welche der ursprünglichen Ladung entgegengesetzt ist. — Mathematisch lässt sich das Gesetz aufstellen, wonach der Strom wächst, und die Verschiedenheit der Curven bestimmen, welche die Intensität des Stromes an den verschiedenen Stellen zeigen. Secchi weist nun nach, dass dies Verhalten des elektrischen Stromes genau dem Verhalten eines Wasserstromes, welcher in einer geschlossenen Röhre aus einem unerschöpflichen Behälter gespeist wird, nach den verschiedenen Verhältnissen entspricht und spricht dann seinen Standpunkt in folgenden Worten aus, p. 112: «Diese Erscheinungen sprechen zu deutlich und zeigen die Uebereinstimmung der Bewegung der Elektrizität mit der der Flüssigkeiten zu offenbar, als dass sie nicht auf unser Urteil den grössten Einfluss haben sollten. Zwar wollen wir nicht sagen, dass es unmöglich sei, jene Vorgänge durch Vibrationsbewegungen zu erklären, denn ehe man das Wort unmöglich anwendet, muss man erst strengere Beweise geben können, als sie bis jetzt der Wissenschaft zu Gebote stehen: aber das können wir eingestehen, dass wir diese Thatsachen durchaus nicht zu erklären wüssten, wenn man die Annahme eines beständigen Stromes oder wenigstens einer fortschreitenden Wellenbewegung zurückweisen wollte.» — Als die Krone der induktiven Ausführung möchte ich die mechanische Erklärung der komplizirten Erscheinung der Induktionsströme bezeichnen, auf die ich aber nicht genauer eingehen kann und nur den folgenden Passus p. 127 anführe: Wird in der Hauptleitung der Stromlauf plötzlich unterbrochen, so beobachtet man, wie erwähnt, eine Verstärkung des Stromes, durch welche die elektrische Spannung bedeutend erhöht wird. Diese Erscheinung entspricht vollständig den Vorgängen, die in einer Röhre, in welcher Wasser läuft, eintreten, sobald die Mündung plötzlich geschlossen wird. Wir haben gesehen, dass in diesem Falle der sogenannte Stoss des Widders eintritt, welcher die Seitenwände trifft und gegen das Ventil drückt; ist mit der Röhre nun ein längeres Rohr verbunden, aus welchem das Wasser ausfliessen kann, so springt aus diesem der Strahl bis zu einer weit bedeutenderen Höhe, als die Druckhöhe im Gefässe beträgt, durch welche die Flüssigkeit in die bestimmte Geschwindigkeit versetzt worden ist. Der Grund dafür liegt in der Trägheit und der Geschwindigkeit, welche die Masse innerhalb der Röhre einmal erlangt hat, oder, um es besser auszudrücken, in der lebendigen Kraft, die in der strömenden Flüssigkeit angesammelt ist, und die einen Teil der Masse über das Niveau des Behälters hinauftreibt. Dieser Stoss des Widders findet in gleicher Weise auch in den Gasen statt, ist also ein allgemeines Prinzip der Dynamik flüssiger Körper; es kann daher nicht fehlen, dass dieselbe Erscheinung auch bei der Elektrizität eintrete; denn wenn wir, wie L. Clarke bemerkt, das Wasser seines Gewichtes und die Luft ihrer Elastizität berauben könnten, so würden wir die Gesetze ihrer Bewegung mit denen der elektrischen Bewegung übereinstimmen.» Aus der Vertheidigung Secchis gegen die noch geltende oder wenigstens dem Sprachgebrauche nach festgehaltene Theorie von zwei elektrischen Flüssigkeiten, führe ich folgende Worte Secchis an II, p. 152: «Für die beiden elektrischen Flüssigkeiten bietet die Reduktion auf eine einzige keine Schwierigkeiten, denn da dieselben in den elektrodynamischen Erscheinungen niemals getrennt von einander auftreten, so müssen selbst die berühmtesten Schrft-

steller aus Dufays Schule zugeben, dass sich alle Erscheinungen, durch die Annahme einer Flüssigkeit erklären lassen. Wenn aber die beiden Flüssigkeiten für die dynamischen Vorgänge nicht notwendig sind, so ist es klar, dass man sie auch für die statischen Vorgänge nicht anzunehmen braucht; man kann daher in diesem Teile der Elektrizitätslehre wieder zu den Vorstellungen Franklins zurückkehren, nach welchen die negative Elektrizität nur als ein Zustand des Mangels anzusehen ist. Und in der That haben wir bei der grossen Menge der Erscheinungen, die sich uns hier darboten, nicht eine angetroffen, welche die Existenz jenes (doppelten) Fluidums notwendig forderte, wir haben auch gesehen, dass die Beweise durchaus nicht zwingend waren, welche von der Gestalt der Explosionen oder des Lichtes am negativen Pole oder auch von der grösseren Erwärmung desselben hergenommen wurden, denn da alle diese Erscheinungen nur in der Ausdehnung oder in den Bewegungen der wägbaren Materie ihren Grund hatten, so ist der Beweis noch gar nicht geführt, dass sie nicht in verschiedener Stärke eintreten könnte an dem Punkte, von welchem die Strömung ausgeht, und an dem, auf welchen sie übergeht; nach den Erscheinungen beim Strömen der wägbaren Flüssigkeiten kann man recht wohl annehmen, dass die Erregung viel lebhafter und ungestümer dort ist, wo die Flüssigkeiten eintreten, als wo sie ausströmen. — Mit den Erörterungen über den Magnetismus und Diamagnetismus tritt die Ausführung Secchis in ihre höchste und letzte Krisis ein und naturgemäss leitet er seine Erläuterung des Diamagnetismus mit einer übersichtlichen Zusammenfassung des langen Weges, den er durchlaufen hat, ein II. p. 220: Die Untersuchungen, welche wir bisher anstellten, haben uns die Ueberzeugung verschafft, dass alle Erscheinungen, die wir an den Naturkörpern beobachten, als abhängig von zwei Zuständen der Materie angesehen werden können, in dem einen ist sie gröber und zusammengesetzter und wir bezeichnen ihn als die wägbare Materie; in dem anderen besitzt sie grössere Feinheit und einen grösseren Grad von Verdünnung und heisst dann unwägbare Materie oder Aether. Hiebei sind wir keineswegs berechtigt den Aether als ein chemisches Element der Körper anzusehen, denn diese Beziehungen müssen wir für die wägbaren Moleküle aufsparen, aus denen die Körper in ihrem Innern dauernd zusammengesetzt sind; der Aether hingegen findet sich zwar auch in allen in einem höheren oder geringeren Grade der Dichtigkeit, ist aber vermöge seiner grösseren Beweglichkeit beständigen Aenderungen unterworfen und diese Beweglichkeit ist für seine Gesammtmasse oder wenigstens für einen Teil derselben in verschiedenen Körpern nicht dieselbe, denn wir haben gesehen, dass er manche Körper frei durchlaufen kann, (gute Leiter) dass er in anderen zurückgehalten wird und auf Widerstand stösst (schlechte Leiter), und dass er endlich in einer dritten Klasse von Körpern, nämlich den Magnetischen mit einer Wirbelbewegung begabt erscheint, d. h. dass in dem Magneten vermöge der Anordnung der Moleküle (geschmolzenes Eisen ist nicht mehr magnetisch) die Aetherbewegung in einen Wirbel verwandelt wird, der an den beiden Enden einer Linie gleich starke, aber in der Richtung entgegengesetzte Wirkungen hervorruft. Um nun die mechanische Erklärung der magnetischen Erscheinung, zu deren Behufe Secchi nicht blos auf die Gesetze der Wirkungen des Druckes in Flüssigkeiten, sondern auch auf das Gesetz des Strebens rotirender Bewegungen nach dem Parallelismus, wie durch das Gyroskop festgestellt

ist, zurückgeht, in ihrer Wahrheit und Bedeutung aufzuweisen, scheint es genügend, das folgende Experiment mit Secchis Erläuterung anzuführen, II. p. 218: Zwischen den Polen eines kräftigen Elektromagneten hängt an einem seidenen Faden ein kupferner Würfel von etwa 15 mm Seitenlängen; dreht man den Faden sehr stark zusammen und lässt man ihn dann frei, bevor noch die Stromleitung geschlossen ist, so wird der Würfel in sehr schnelle Umdrehung gerathen. Wenn man nun die Stromleitung plötzlich schliesst, während der Würfel seine grösste Rotationsgeschwindigkeit erlangt hat, so bleibt derselbe augenblicklich still stehen trotz der starken Wirkung des Fadens; unterbricht man nun den Strom, so geräth der Würfel unter der Einwirkung der Torsion sofort wieder in Bewegung und so kann man durch wiederholtes Oeffnen und Schliessen dieses wunderbare Schauspiel beliebig oft erneuern. Welches ist nun die unsichtbare Potenz, die den Würfel plötzlich zur Ruhe bringt, und ihn trotz der Kraft der Torsion an seiner Stelle hält? Sicherlich keine andere, als die Einwirkung des magnetischen Wirbels, und da dieser Versuch nicht blos mit Kupfer gelingt, sondern in mehr oder weniger vollkommenem Grade auch mit allen anderen Metallen, je nach ihrer Leitungsfähigkeit, so können wir sagen, dass dieser Widerstand (des magnetischen Wirbels) in gleicher Weise auf alle Körper wirkt. — Gewöhnlich sucht man diese Erscheinung durch Induktionsströme zu erklären, aber bei genauer Ueberlegung findet man leicht das Unzulängliche dieser Erklärung, denn zur Entstehung von Induktionsströmen ist Bewegung notwendig, da sich nun der kupferne Würfel nicht bewegt, so können auch keine Induktionsströme entstehen. — Wenn es daher auch denkbar wäre, dass ein Induktionsstrom den Würfel zur Ruhe bringt; so wird er ihn doch nicht in Ruhe erhalten können, weil er zu existiren aufhört, sobald die die Bewegung erlischt, dagegen besteht die Torsion noch fort, und würde bewirken, dass der Würfel weiter rotirt. Wenn das Hinderniss also durch Induktionsströme bewirkt würde, so könnte der Würfel nicht vollständig zur Ruhe gelangen, sondern seine Bewegung würde nur in dem Grade verlangsamt, in welchem die Torsionskraft durch die Wirkung der Induktionsströme ausgeglichen wird. Dass der Würfel im magnetischen Felde in Ruhe bleibt, ist also ein Beweis, dass hier ein beständiges Hinderniss wirkt, das von den Polen, die ihn aufhalten, ausgeht, Dieser Erscheinung ist bisher von den Physikern zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. — Die Erklärung dieser Thatsache ergibt sich, wie mir scheint, leicht aus dem, was wir oben erwähnt haben; das Kupfer gehört nicht zu denjenigen Körpern, in denen sich die molekularen Ströme im bestimmten Sinne orientiren lassen; wenn sich daher der magnetische Wirbel zwischen dieselben eindrängt, so erleidet er eine Beugung und Brechung und bei dieser Thätigkeit entsteht eine Reibung, welche die Bewegung des Würfels aufhält, diese Reibung aber wirkt beständig in gleicher Stärke fort, ebenso wie die Torsion, deren Kraft sie vernichtet. Auch der ursprüngliche Induktionsstrom, der sich in dem Würfel in dem Augenblicke bildet, in welchem der Stromkreis geschlossen wird, verdankt im Grunde seine Entstehung derselben Ursache, nämlich einer Anstauung oder einer Rückströmung der Aetherflüssigkeit, welche sich im Innern des Körpers in anderer Weise anordnen muss, wie wir schon erwähnt haben, als wir von der elektrodynamischen Induktion sprachen. Dass die Isolatoren von diesem sogenannten Rotationsmagnetismus ausser-

ordentlich wenig beeinflusst werden, hat offenbar darin seinen Grund, dass sie überhaupt die Bewegung des magnetischen Wirbels sehr wenig in sich eindringen lassen, da sie die longitudinale Bewegung nur in sehr unvollkommenem Grade weiter fortpflanzen. Den Widerstand, den der magnetische Wirbel auf eine rotirende Metallmasse ausübt, kann man im hohen Grade zur Anschauung bringen durch den Versuch, bei welchem eine Kupferscheibe zwischen den Polen eines Magneten gedreht wird; in diesem Falle ist der Widerstand, durch welchen der magnetische Wirbel die Kupferscheibe, gleichsam wie durch einen unsichtbaren Zügel in ihrem Gange hemmt, das Mittel, durch welches die mechanische Potenz in Wärme verwandelt wird und der Aether im Innern des Körpers wirkt genau wie eine gewöhnliche Flüssigkeit d. h. er hindert die Bewegung und absorbirt die lebendige Kraft eines sich drehenden Rades, indem er dieselbe in Wärme verwandelt. (Joule.) Durch seinen Widerstand werden in dieser Weise die Moleküle des Körpers in Wärmeschwingungen versetzt und diese molekulare Bewegung kann so weit gesteigert werden, dass die leichtflüssigen Metallverbindungen schmelzen (Tyndall). — Diese Thatsachen zeigen zur Evidenz, dass auch der Aether der wägbaren Materie bei ihrer Bewegung einen Widerstand entgegensetzt. Betrachtet man dieselben in Beziehung zu ähnlichen Erscheinungen aus einem allgemeinen Gesichtspunkte, so sieht man das Unrichtige der weit verbreiteten Ansicht, dass der Aether keinen Widerstand leiste, da diese Vorgänge auch im luftleeren Raume eintreten, in welchem sich nichts weiter vorfindet, als nur der Aether. Allein in Anbetracht der grossen Feinheit und Beweglichkeit des Aethers kann sich dieser Widerstand nur kund geben, wenn die Körper ausserordentliche Geschwindigkeiten besitzen, wie es in den angegebenen Versuchen der Fall ist und doch ist diese Geschwindigkeit noch sehr gering im Vergleich mit derjenigen, die der Aether erlangen kann, wenn er in normaler Weise in Bewegung geräth und wenn seine Elastizität zur vollen Geltung kommt. —

Ich habe diese ganze Stelle angeführt, weil sie mir den passenden Ausgangspunkt gibt, um nun den Abschluss der ganzen Darstellung der Theorie Secchis zu gewinnen. Diejenigen Körper, bei denen sich die Rotationsbewegungen mit Leichtigkeit in der Richtung des magnetischen Wirbels einstellen, sind die magnetischen und es ist für die weitere Betrachtung von dem allergrössten Interesse, dass hierzu vor allem das Eisen, welches einen so wesentlichen Bestandteil des ganzen Erdkörpers bildet, dass man die Erde selbst wie einen grossen Magneten betrachten muss, und anderseits der Sauerstoff gehört, der einen so wesentlichen Anteil an der Bildung des Organischen hat. Diejenigen Körper, bei denen vermöge ihrer molekularen Struktur jene Leichtigkeit nicht stattfindet, entziehen sich aber desshalb nicht der Einwirkung des Magnetismus, wie es ja auch nicht anders sein kann, wenn der Magnetismus als eine in eine bestimmte Richtung mit gleicher aber entgegengesetzter Wirkung geleitete Bewegung gedacht wird. Diejenigen Körper, welche dieser Richtung nicht folgen, aber in die Bewegung hineingezogen werden, werden sich in eine zu der Richtung der polaren Bewegung senkrechte Stellung stellen müssen und das ist es eben, was der Diamagnetismus aufweist. Dass es daher eine absolute Grenze zwischen Magnetismus und Diamagnetismus nicht geben kann, ist klar, und wie das Eisen nicht der einzige Körper ist, an dem die magnetische Kraft sich zeigt, (II, p. 217:

Die Reihe der Stoffe, die sich wie das Eisen verhalten, ist jetzt ziemlich ausgedehnt und umfasst nicht mehr blos Chrom Nickel Kobalt, sondern man findet in ihr unter andern auch den für das Leben notwendigsten Körper, den Sauerstoff) so kann man sich auch eine magnetische Substanz scheinbar als diamagnetisch zeigen, wenn sie in ein Mittel eintaucht, das dem Magnetismus leichter zugänglich ist. (II. p. 229: Dieses relative Verhalten ist ganz analog demjenigen, das schwere Körper zeigen, die in eine Flüssigkeit tauchen, deren spezifisches Gewicht grösser ist als ihr eigenes, und die in Folge dessen sich der Richtung der Schwerkraft entgegen zu bewegen scheinen, also auch auf die Wirkung des Magnetismus lässt sich das archimedische Princip vom Unterschied des Druckes anwenden). — Wie sehr wir überhaupt durch die elektro-magnetischen Erscheinungen in die individuelle Gestaltung des Stoffes auf unserer Erde und in den Himmelsräumen hingeführt werden, werden wir weiterhin wieder aufnehmen; an dieser Stelle wollen wir zunächst durch den komplizirten Begriff des magnetischen Wirbels auf den Begriff des Wirbels als den Grundbegriff der secchischen Theorie uns zurückweisen lassen, um so zu der Erklärung der chemischen Verbindung, der Cohäsion und der Gravitation aus dem Principe der Bewegung der Atome zu gelangen. «Die Beobachtungen», sagt Secchi II. p, 200, «führen zu dem Schlusse, dass der Aether in den Mitteln, die den Magneten umgeben, eine gründliche Umwandlung erfahren muss und dass die in sich zurücklaufende Bewegung, welche nach Ampère's Annahme in den Magneten stattfindet, durch die Versuche sehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen hat. II. p. 201: Es entsteht eine Cirkulation in unendlich kleinen Bahnen, in so weit es die Widerstände gestatten, auf welche der Aether in den Körpern bei seiner Bewegung trifft. II. p. 209: Von dieser Bewegung im Aether können wir uns eine Vorstellung machen, wenn wir betrachten, was vor sich geht, wenn mitten durch ein ruhendes Wasser eine Strömung dahinfliesst; man bemerkt zu beiden Seiten derselben eine Menge kleiner Wirbel, deren Häufigkeit und Intensität mit der Entfernung abnimmt und während beständig die einen verschwinden und sich auflösen, sieht man andere sich von neuem bilden, so lange der Strom dauert». — Wie wir nach Secchis Theorie jedes wägbare Molekül als eine solche Vereinigung von Atomen zu denken haben, dass die Widerstandskraft jedes Atomes in seiner rotirend fortschreitenden Bewegung durch gemeinsame Richtung und Concentration zu der Gesammtwirkung sich vereinigt, welche wir als Schwere empfinden und bezeichnen, und wie nun Wärme Licht Elektrizität und Magnetismus nichts anderes sind als Modifikationen, in denen die ursprüngliche Bewegung der Atome nach ihrem in der Schöpfung gesetzten Verhältnisse zu dem wägbaren Stoffe in die Wirklichkeit und in unser Bewusstsein tritt, so vollzieht sich die ganze Stofferklärung oder Constitution in dem Begriffe immer zusammengesetzter werdender Wirbel, in so weit die Concentration ja auf den Begriff einer in sich zurücklaufenden Kreisbewegung führt, an die wir uns nach Secchi in dem quantitativ Grössten des Weltgebäudes so gut wie in dem quantitativ Kleinsten des Moleküls gewöhnen müssen. Insoweit wir auf unserer Erde den wägbaren Stoff nur in der von der Wärme abhängigen Unterscheidung der drei Aggregatzustände kennen, ist damit ein in der Schöpfung gesetztes Verhältniss der Wirksamkeit der Atomenbewegung zu den Molekülen angezeigt, welches sich einerseits innerhalb des Ponderablen als die durch die

drei Aggregatzustände hindurchgehende die Moleküle verbindende oder trennende Kraft der Atomenbewegung zeigt (in der Wärme) und anderseits durch das Ponderable hindurch oder im Gegensatze zu ihm die Bewegung des Aethers als solche im Lichte uns zur Empfindung und zum Bewusstsein bringt. Wenn aber Wärme das die Aggregatzustände des Ponderablen Bedingende ist, so erscheinen Elektrizität und Magnetismus als Kräfte, die in und an dem Ponderablen in den Aggregatzuständen gebunden sind in der Art, dass sie als Strom unmerkbar in der ganzen Constitution der Moleküle durch die Wärme vorhanden sind, in der Spannung aber dadurch hervortreten, dass nach dem Maasse, wie die Bewegung durch die Constitution der Moleküle bestimmt wird, eine Gegensätzlichkeit in der Richtung der Bewegung hervortritt, die bei gehöriger Steigerung zwar nicht bis zur Auflösung der Moleküle, aber doch der Körperkonstitution durch die Moleküle führen kann. Wir haben uns dabei immer den Gedanken klar zu halten, dass dieser sogenannte polare Gegensatz als solcher nur ein Plus und Minus, nicht eine solche geheimnissvolle und mystische Kraft ist, wonach dem Negativen gegenüber dem Positiven eine reale Bedeutung zugelegt würde. Sehr richtig weist Secchi II. p. 192 auf die ganz willkürliche und unklare Bedeutung hin, welche das Wort Polarität in der heutigen Physik noch vertreten muss; je nachdem man von Polarisation des Lichtes, von der Polarität in der chemischen Verwandtschaft (wo die Säuren als das Positive, die Basen als das Negative bezeichnet werden), von der elektrodynamischen Polarität, wie bei den thermoelektrischen Krystallen und endlich von der magnetischen Polarität spricht, wo das Wort seine eigentliche Bedeutung hat im Sinne eines Gegensatzes von Mehr und Minder in der Richtung der Bewegung. Erst nach dieser Erklärung der Wärme des Lichtes der Elektrizität und des Magnetismus als der durch das ursprüngliche Verhältniss des Ponderablen zum Imponderablen, der Moleküle zu den Atomen bestimmten Bewegung dieser letzteren können wir nun die Zurückführung der Cohäsion, der chemischen Verbindung und der Gravitation auf das Princip der vermöge der Trägheit in ihrer fortschreitend rotirenden Bewegung beharrenden Atome verstehen. Was uns für die äussere Erscheinung der Gegensatz der festen Körper, an die wir bei der Cohäsion zunächst denken, zu der Auflösung der Moleküle in den gasförmigen Zustand, zwischen welchen beiden Zuständen der tropfbar flüssige fliessend in der Mitte liegt, darstellt, das ist in Absicht auf den ganzen die Erscheinung vermittelnden Stoff der Gegensatz von Ponderablem und Imponderablem, da, wie wir wissen, dieser Gegensatz nichts anderes bedeutet, als dass in dem einen Falle die in der Bewegung beharrenden Atome gelöst und unabhängig von einander bleiben, in dem anderen zu einer solchen Einheit verbunden sind, dass die Gesammtwirkung ihrer Widerstandskraft uns als die Schwere empfindlich wird. Um das Ungeheure der Vorstellung, dass hinter einem Moleküle z. B. hinter einem Moleküle Sauerstoff oder Gold eine millionenfache Verbindung von Atomen liegt, zu überwinden, brauchen wir uns nur zu erinnern, dass die Physik sich auf dem Wege des der Erscheinung folgenden Denkens längst gewöhnt hat, bei der Erklärung des Lichtes und der Farben auf die Millionen und Billionen Schwingungen des Atomes in der Sekunde hinauszugehen, eine Vorstellung, die um nichts erfassbarer ist, als die Vorstellung von Millionen Atomen, die sich zu einem (schweren) Moleküle vereinen, wobei uns zugleich die vorauszusetzenden Unterschiede

in der Anzahl der sich vereinigenden Atome ebenso zur Erklärung der elementaren Unterschiede in den Molekülen leitet, wie wir das rothe Licht auf eine sieben und das violette auf eine fünf billionenfache Schwingung in der Sekunde zurückführen.

Die Cohäsion im geltenden Sinne der Physik ist demnach nichts anderes, als jene möglichste Annäherung der Moleküle, welche den festen Zustand des Körpers im Gegensatze zum flüssigen und gasförmigen bewirkt, je nach der in der Schöpfung gesetzten Einwirkung der imponderablen Bewegung auf das Ponderable oder auch der noch innerhalb dieses in der Schöpfung constituirten Verhältnisses, wie es in der Natur selbst in den drei Aggregatzuständen des Wassers und durch die in die Schöpfungsverhältnisse eingreifende Wissenschaft oder Kunst des Menschen in unbegrenzt allgemeiner Weise stattfindet. Die Elastizität oder Ausdehnbarkeit als Grundeigenschaft des Körpers ist dann nichts anderes als der Ausdruck für dieses Grundverhältniss der imponderablen Bewegung zu dem Ponderablen, in so weit sich jene in der grösseren oder geringeren Annäherung der Moleküle des letzteren kund gibt und wir verstehen dann leicht, wie unsere ganze Begriffsbestimmung ihre endgültige Correktur erst durch diese durchgeführte klare Auffassung der Grundverhältnisse bekommt. Als Körper im eminenten Sinne bezeichnen und verstehen wir zunächst nur jene engste Verbindung der Moleküle, welche uns als der feste Aggregatzustand erscheint. Ein Stück Eis mutet uns in ganz anderer Weise als ein Körper an, wie dieselbe Masse Wassers im zerfliessenden oder gar im verdampfenden Zustand. In Wirklichkeit aber ist jedes Wassermolekül, ja jedes der Moleküle Wasserstoff und Sauerstoff, die das Wassermolekül constituiren, eine Cohäsion von Atomen, die durch ihre combinirte Widerstandskraft das bilden, was wir als ein wägbares Molekül denken und in grösserer Masse als schwer empfinden. Was wir im engeren physikalischen Sinne als Cohäsion bezeichnen, den Zustand der engsten Annäherung der wägbaren Moleküle zum festen Körper, das müssen wir in Absicht auf den ganzen der Erscheinung zu Grunde liegenden Stoff in zweiter Instanz auf die wägbaren Moleküle selbst anwenden, wodurch wir aber keineswegs in einen nichtssagenden Kreislauf des Denkens gerathen, sobald wir nur bedacht haben, dass wir nicht den Atomen selbst wieder Schwere zulegen, sondern die Schwere der wägbaren Moleküle nur die combinirte Widerstandskraft der vermöge der Trägheit in ihrer ursprünglich rotirend voranschreitender Bewegung verharrenden Atome verstehen. —

Naturwissenschaftlich ist das eine Hypothese und kann und soll nicht mehr sein; zu erklären, wie die Atome zu jener die Grundlage der ganzen Erscheinung bildenden rotirend fortschreitenden Bewegung kommen und wie jene Combination einer Menge von Atomen zur Einheit eines wägbaren Moleküls zu Stande kommt und begründet ist, das ist die weitere Aufgabe des Denkens, die wir sub. num. 3 verfolgen werden. Hier will ich als Anknüpfungspunkt für den ganzen dritten Abschnitt nur bemerken, dass die Cohäsion im engeren physikalischen Sinne als Grundlage der festen Körpererscheinung nach unserer irdischen Erfahrung nicht allein enge zusammenhängt, sondern ideal zusammenfällt mit der Krystallisation; die Krystallindividuen sind jedenfalls die reinsten Resultate jener im Stoffe wirkenden Kraft, welche in erster Instanz die Atome zu wägbaren Molekülen und in zweiter Instanz die wägbaren Moleküle zu festen Körpern verbindet. Mit der Cohäsion haben wir dann als ein Neben-

produkt von selbst auch das Verständniss der chemischen Verwandtschaft, welche unter allen Umständen nichts anderes sein kann als eine besondere Modifikation der Cohäsion, gewonnen. Wir dürfen sie aber nicht desshalb ohne weiteres auf die Schwerkraft zurückführen, der sie ja, insbesondere wenn chemische Verbindung mit Krystallisation zusammenfällt, direkt entgegenwirkt. Aber nichts kann uns hindern, in so weit wir die Constitution der elementaren Moleküle auf die einheitliche Combination einer gemessenen Anzahl von Atomen zurückführen, in der Thatsache der chemischen Verbindung nichts anderes zu erblicken, als die Wirkung der besonderen Beziehungen, welche die Kraft der Cohäsion nach Maassgabe der Differenzirungen, welche bei der Verbindung der Atome zu Molekülen eingetreten sind, modifiziren und wir wissen ja, wie sehr die ganze neuere Chemie auf ein solches Verständniss hinführt. — Die Schwerkraft selbst fällt also weder mit der Cohäsion noch mit der chemischen Verwandtschaft zusammen, sondern sie ist der Ausdruck jenes Gesetzes selbst, welches die isolirt in der rotirend-fortschreitenden Bewegung verharrenden Atome zur Einheit der wägbaren Moleküle verbindet, und welches eben desshalb als das Gesetz oder die Kraft der blossen Massenanziehung als solcher sich geltend macht. Wir sind hiemit wieder angekommen an dem Punkt, von dem wir bei der ganzen Rektifikation der geltenden Auffassung ausgingen, indem wir die unwillkürliche Verwechslung der Schwerkraft mit der Trägheit als den Grundfehler derselben erkannten, wir werden zugleich damit auf den Zusammenhang zurückgewiesen, der bei Secchi zwischen der Astronomie und der Physik stattfindet. Secchi drückt seine Stellung in der Verteidigung seiner Theorie der Elektrizität gegen die Einwürfe der geltenden Auffassungen in folgenden Worten aus II. p. 145: Zuerst müssen wir bemerken, dass diejenigen, welche die Existenz dieses allgemein verbreiteten Fluidums leugnen, weit davon entfernt sind, dass sie abstrakte und immaterielle Agentien ausschliessen, wie sie doch auf den ersten Blick zu behaupten scheinen, sondern immerzu nehmen sie solche Agentien zu Hülfe, ohne sich darum zu kümmern, welcher physikalische Sinn den Worten beizulegen ist. Wollten wir uns nach ihrem Vorgange damit begnügen, conventionelle Ausdrücke zu gebrauchen, ohne dass wir uns Mühe geben, dieselben zu verstehen oder uns von ihrer Wirkungsweise eine physikalische Vorstellung zu machen, so wäre nichts leichter als die Erklärung der Thatsachen auch ohne Einführung des Aethers aufzustellen. Auch wir könnten recht gut sagen: Sieht man die gewöhnlichen Anziehungen und Abstossungen elektrisirter Körper als die Folge einer Umwandlung in dem Zustande oder den Beziehungen des affizirten Stoffes an, so bieten sie keine grösseren Schwierigkeiten dar, als man bei Erklärung der Anziehung antrifft, welche die Sonne auf die Erde, und die Erde auf eine schwere Kugel ausübt. (Grove, Concl. des forces phys. p. 126.) Wenn wir uns aber in solcher Weise aussprechen, was hat dies dann für das Verständniss genützt? denn worin besteht wohl jene Umwandlung des Zustandes oder jene Beziehungen, von denen die Rede war? und wie erklärt man dann die Anziehung, welche Sterne und Erde auf alle schweren Körper ausüben? Dieser Knoten war erst zu lösen, denn dadurch, dass man nur auf die Analogie der beiden Erscheinungen hinweist, ist doch gar nichts erklärt. Wenn wir uns nicht vollständig im Irrtum befinden, so hat dieses Verfahren keinen anderen Sinn, als dass man die Lösung eines schwierigen Problems auf ein noch schwierigeres

zurückführt. Um die Wirkungsweise der Schwerkraft zu erklären, fährt derselbe Verfasser fort, bedarf man der Hypothese des Aethers nicht; also wird sie auch für diese (elektrischen) Erscheinungen nicht nöthig sein. Wenn nun aber Jemand diese Prämisse leugnete, was soll man dann antworten? Es bleibt dann nichts übrig, als dass man erklärt, wie auch weiter unten an der angeführten Stelle zu lesen ist: Das ist ein Geheimniss. Allein mit Geheimnissen macht man nicht Physik, möchten wir antworten, und das Geheimniss, das der Verfasser erwähnt, dient wenig zur Unterstützung seiner Theorie, denn den Schleier dieses Geheimnisses gerade sucht die moderne Wissenschaft doch ein wenig zu lüften. —

Wir erinnern uns, dass der ganzen Auffassung Secchis die Parallele zu Grunde liegt zwischen dem Weltsysteme und dem Moleküle als einem Systeme von Atomen und dass Secchi nicht abgeneigt schien, diese Parallele bis auf das Vorhandensein des Centralkörpers auszudehnen. Das scheint nun aber in Absicht auf das einzelne Molekül und die dasselbe constituirenden Atome weder begründet noch erforderlich zu sein, wohl aber in Absicht auf das Verhältniss des Moleküls zu den umgebenden Atomen, woraus sich der volle Begriff des zusammengesetzten Wirbels ergibt, deren Erklärung, wie sie Secchi I. p. 236 gibt, wir jetzt besser verstehen werden, nachdem wir die Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus vor Augen haben. Wenn der Aether wirklich in die drehende Bewegung des Moleküls mit hineingezogen wird, in der Weise, wie es bei Rotationsbewegung fester Körper, die in Flüssigkeiten eintauchen, der Fall ist, so haben wir nunmehr wirklich einen Aetherwirbel um jedes Molekül . . . . Der Körper wegen wollen wir die Kugel von geringerer Dichtigkeit, welche das Molekül umgibt, mit dem Namen eines Wirbels bezeichnen; die Axe jener Wirbel wird ihrer Richtung nach während der Rotation entweder fest oder unveränderlich sein, je nachdem das centrale Molekül sich um eine beständige oder veränderliche Axe dreht. Die Folge davon ist, dass sich in einem so gebildeten Mittel die kleinen Wirbel vermöge der Centrifugalkraft von einander zu entfernen streben, stossen sie aber jenseits einer gewissen Grenze der Entfernung der Mittelpunkte auf einander, so wird die Verminderung des Druckes in ihrem Innern nicht mehr durch die Centrifugalkräfte ausgeglichen, so dass sie sich nun vereinigen und einen einzigen Wirbel bilden können, wie wir es täglich bei den Wirbeln wahrnehmen, die im Wasser erregt werden. Es ist klar, dass nach dieser Theorie auch viele kleinere Wirbel in einen grösseren eingeschlossen sein können, und dann gemeinsam ihren Weg fortsetzen, als bildeten sie nur einen einzigen. In dieser Weise begreift man, dass die isolirten Wirbel den Molekülen der einfachen Körper, die vielfachen dagegen denen der zusammengesetzten Körper angehören. Nähern sich zwei Moleküle, die von ihren Wirbeln eingeschlossen sind, vermöge der Geschwindigkeit, welche sie belebt, so kann der Fall eintreten, dass sie nicht zum Zusammenstoss kommen, weil sie noch vor dem Aufeinandertreffen durch die Thätigheit der Centrifugalkräfte des umgebenden Aethers sich von einander entfernen; in den meisten Fällen wird dagegen jene Kraft nicht genügen, um den Zusammenstoss zu hindern; die beiden Wirbel werden sich dann gegenseitig durchdringen, und wenn die Wurfkraft, welche den centralen Molekülen innewohnt, nicht genügend gross ist, um sie wieder von einander fortzutreiben, so

müssen sie nach dem Stosse (gleichsam) in einem einzigen Wirbel vereinigt bleiben; ist sie dagegen gross genug, so werden die Moleküle, nachdem sie zur Berührung gelangt sind, in Folge ihrer Rotation wieder von einander abprallen und getrennt ihre Wege fortsetzen, indem jedes wieder aus der Sphäre oder dem Wirbel des andern austritt. Wie wir bereits erwähnt haben, besitzen die gasförmigen Körper eine ungeheure Wurfgeschwindigkeit, in Folge deren ihre Moleküle sich schon vor dem eigentlichen Zusammenstosse oder wenigstens, nachdem sich die Wirbel einen Augenblick gegenseitig durchdrungen haben, von einander entfernen und selbständig ihre Wege fortsetzen. Wenn dagegen bei den festen Körpern die Moleküle im Augenblicke des Stosses mit einander in Berührung kommen, so ist ihre Kraft nachher nicht mehr gross genug, dass sie gegenseitig ihre Wirbel wieder verlassen könnten; sie bleiben daher in einem gemeinsamen Wirbel vereinigt, in welchem sich die Axen in eine bestimmte gemeinsame Richtung einstellen. Hiebei ist es durchaus nicht erforderlich, dass die centralen Moleküle in unmittelbarer Berührung mit einander verbleiben, es kann jedes derselben von dem andern durch einen kleinen Zwischenraum getrennt sein und noch von einem kleinern Wirbel innerhalb des grösseren umflossen werden. Bei den flüssigen Körpern ist die Orientirung der Axen gestört und die Moleküle finden sich in einem solchen Abstande von einander, dass der Druck der Centrifugalkräfte und die Wurfkraft, welche durch die Wärme erzeugt wird, in den Wirkungen der Schwerkraft ihren Ausgleich finden. Bis zu dieser Grenze hin bleibt als hauptsächlich wirkende Kraft die Schwerkraft übrig, welcher sie Folge leisten, indem sie sich in das Niveau einstellen, ohne dass dabei die Cohäsion irgendwie vernichtet wird. —

Wir sehen, wie die sichtbare Welt im Grossen für uns als die scheinbar im Mittelpunkt ruhende, von der ebenso in scheinbarer Ruhe verharrenden Fixsternwelt umgebenen Erde sich gestaltet, zwischen welchen beiden Grenzen die zu unserm Sonnensystem gehörenden Körper in scheinbarer oder wirklicher Bewegung sich befinden, so löst sich nach Secchis Auffassung die ganze Körperwelt in die unermessliche Menge der in der fortschreitend-rotirenden Bewegung begriffenen Atome auf, innerhalb deren durch das Gesetz der Einheit, welches eine grössere oder geringere Anzahl von Atomen (oder Millionen von Atomen) bis zu dem Grade der vereinten Widerstandskraft verbindet, der die (ponderablen) Moleküle zu gasförmigen flüssigen festen Körpern macht, das Spiel der Kräfte oder Bewegungen sich realisirt, welches wir in Wärme Licht Elektrizität und Magnetismus als die Modifikation der Urbewegung der Atome durch jene in derselben bewirkten Grundunterscheidung zwischen Ponderablen und Imponderablen empfinden. Bei dieser Auffassung bleibt kein unklarer Punkt zurück, nur müssen wir auch jetzt wieder bemerken, dass die bis zur Annahme eines Centralatomes innerhalb der Moleküle getriebene Parallele zwischen dem Weltsysteme im Grossen und dem Moleküle im Kleinen weder nothwendig noch berechtigt scheint. Eine verschiedene Grösse der Atome würde freilich, in soweit die Annahme von Atomen nur eine Position unseres Denkens oder unserer Vorstellung ist, nichts widersprechendes sein, aber offenbar wäre das eine Willkürlichkeit, wodurch die ganze logische Bedeutung der Atomenlehre wieder aufgehoben würde. Secchi selbst scheint dies auch im Ernste nicht aufrecht halten zu wollen, in sofern er die Erwägung in seine Auffassung aufnimmt, dass

infolge der Wurfkraft der als Wirbel gedachten Moleküle die Condensation der Atome im Innern der Moleküle geringer sein muss wie nach Aussen; so wie wir auch das Erdinnere in einem weniger festen Zustande kennen, als die Rinde, und ähnlich auch der Sonnenkörper weniger dicht ist, als die nächsten Planeten. In der That haben wir, wie wir schon bei dem Abschnitt über die Astronomie gesehen haben, durchaus keinerlei Berechtigung, die Zustände unseres Sonnensystemes auf die übrige Sternenwelt zu übertragen und als das einzig richtige wird sich auch hier erweisen, jenes Verhältniss des Ponderablen in seinen drei Aggregatzuständen, und in Folge dessen jene Modifikation der Atomenbewegung, welche unsere Anschauung bedingen und bewirken, als das Resultat der Stoffanordnung im Ganzen zu betrachten, welche eben unser Sonnensystem und unsere Erde in ihm zu dem gemacht hat, was sie ist, ein Gedanke, den wir weiter unten in seinen entscheidenden Consequenzen verfolgen werden. — Zunächst können wir jetzt genauer bestimmen, in welchem Sinne Secchi die Widerstandskraft der in der ursprünglichen Bewegung beharrenden Atome als die Ursache der Gravitation bezeichnet, die uns und der Physik in derselben Weise bis dahin nicht zum Bewusstsein gekommen ist, wie der Druck der Luft vor Galilei oder Toricelli. Dass der leere Raum und die damit zusammenhängende Wirkung in der Form ein logisch und physisch unhaltbarer Gedanke ist, darüber ist sich Secchi vollständig klar. Er will aber nun doch nicht sagen, dass die ganze Masse der Atome, welche das, was wir den Weltraum nennen, ausfüllt, durch ihren Druck d. h. durch ihre Widerstandskraft so die Gravitation bewirken, wie der Druck der Atmosphäre das Wasser in der luftleeren Röhre steigen macht. Es wäre dann die Gravitation, welche ja nach Secchis Auffassung erst eine Wirkung der Combination von Atomen zu einem Moleküle ist, auf die Atome übertragen, und somit die ganze Theorie zerstört. Die Gravitation beruht nicht auf der Widerstandskraft der in der Bewegung beharrenden Atome als solcher, sondern auf der Verbindung dieser Widerstandskraft zu einer Gesammtwirkung in einem Moleküle, welche uns so als Schwere empfindlich wird, wie wir im Gegensatz dazu die Bewegung der Atome als solche als Licht empfinden. Aber gleichwohl kann vollständig mit Recht gesagt werden, dass die Hypothese der in der ursprünglichen rotirend-fortschreitenden Bewegung verharrenden Atome der letzte Erklärungsgrund auch der Gravitation ist, in so weit diese nichts anderes ist, als die Wirkung der zu einer Gesammtwirkung im Moleküle vereinten Widerstandskraft der Atome, Die Parallele des Weltsystems mit dem Molekül bleibt dabei insofern bestehen, als es in beiden Fällen die gegen einander und doch zusammenwirkenden Kräfte der concentrirenden Einheit und der zerstreuenden Bewegung sind, welche die Erscheinung bewirken: aber wahrhaft durchgeführt werden kann Secchis Auffassung nur dadurch, dass er jene unmotivirte Parallele zwischen dem Weltsysteme und dem Molekül, welche er auch in diesem wie in jenem einen Centralkörper voraussetzt, fahren lässt, und die Umwandlung begreift, die durch seine Auffassung in der ganzen bisherigen physikalischen Anschauung, ähnlich wie durch Copernikus im ptolomäischen Systeme, vorgeht. Denn wenn bisher die Schwerkraft als die Massenanziehung als das Grundgesetz der erscheinenden Stoffwelt betrachtet wurde, zu der die entgegengesetzte Centrifugalkraft wie ein sekundäres physikalisch unerklärtes hinzukommt, so muss nach Secchis Auffassung um-

gekehrt die Bewegung der Atome als die Grundlage der ganzen Stofferscheinung angesetzt werden, in welche dann die die Atome zu Molekülen und die Moleküle zu gasförmigen flüssigen und festen Körpern verbindende Kraft der Einheit, welche sich als Massenanziehung oder Gravitation kund gibt, hinein wirkt. Dass der ganze Fortschritt der Physik, insoweit er die Vorgänge im Imponderablen so gut wie im Ponderablen auf ein mathematisch messbares Bewegungsgesetz zurückführt, auf diesen von Secchi gewiesenen Weg leitet, wird Keiner leugnen können und das nächste wahre Bedürfniss der Physik liegt, wie Secchi in überzeugender Weise nachweist, darin, eben die mathematischen Gesetze der Bewegung im Ponderablen, namentlich im Flüssigen, noch genauer zu studiren und zu konstatiren, weil hiedurch allein auch der grosse Gedanke der mechanischen Erklärung der Wärme, des Lichtes, der Elektrizität und des Magnetismus vollständig durchgeführt und so eine feste Grundlage der ganzen Naturwissenschaft im Sinne des exakten Verständnisses gewonnen werden kann. —

## ad 3. Die Anwendung der Theorie Secchis für meine Aufgabe.

Darf ich nun die Theorie Secchis als eine wenigstens im höchsten Grade berechtigte Hypothese als wissenschaftliche Grundlage der Physik mir aneignen, so sind die Folgen davon für meine Aufgabe einer dem Denken genügenden Naturauffassung ausserordentlich grosse, unter der Voraussetzung natürlich, dass ich das philosophisch Unzulängliche bei Secchi durch meine logische Arbeit zu ergänzen und zu ersetzen im Stande bin. — Zunächst ergibt sich im Anschluss an das zuletzt Gesagte die volle Ueberwindung des wissenschaftlichen Irrtums, welcher der Erde desshalb, weil sie sich als der räumliche Mittelpunkt des Sternensystemes resp. des sichtbaren Weltganzen nicht behaupten kann, ihre teleologische Bedeutung als Wohnplatz des Menschen und Schauplatz seiner Geschichte raubt, und namentlich die reale Ueberwindung des räumlichen und quantitativen Missverhältnisses, worin die Erde mit diesem ihrem höheren Anspruche gegenüber dem Sonnensystem und dem Weltraum erscheint. Wie wir schon durch die astronomische Betrachtung in jeder Weise darauf hingewiesen wurden, dieses unser Verhältniss zwischen dem Festen Tropfbarflüssigen und Gasförmigen, welches wir als die Grundlage unseres irdischen Lebens erkennen, auf die Stellung zurückzuführen, welche unsere Erde im Sonnensystem und weiterhin das Sonnensystem im Weltganzen einnimmt, so dass wir nicht berechtigt sind, unsere Verhältnisse auf die übrige sichtbare Welt nach einer leeren Analogie zu übertragen, sondern vielmehr die Herausbildung dieser Verhältnisse an dieser Stelle als das Resultat der Stoffverteilung im Ganzen betrachten müssen, so wird uns nun durch diese Ausführung klar, dass wir nicht den lokalen Mittelpunkt, an den wir etwa nach dem Gesetze der Gravitation angewiesen wären, als die Grundlage des Lebens zu betrachten haben, sondern jenen Ausgleichungspunkt der gegen einander wirkenden Kräfte in dem grossen Ganzen, als den wir erfahrungsmässig nur die Erde kennen und daher nur die Erde betrachten können, wenn wir uns nicht willkürlichen Phantasien hingeben wollen. Es ist ein vernünftiger Gedanke, dass die Concentration der Atome zu Molekülen und der Moleküle zu Körpern

nach den drei Aggregatzuständen bei der constituirenden Stoffverteilung in unserem Sonnensysteme sich so gestalteten, dass innerhalb desselben die Erde den Punkt der Ausgleichung in der Bewegung bildet, der das lebendige Spiel der Kräfte im Gegensatze der scheinbaren Ruhe und der sichtbaren Bewegung, der das irdische Leben bildet, möglich macht. Ob wir die elektrischen und magnetischen Prozesse, welche auf unserer Erde durchaus mit den Aggregatzuständen und der durch sie bedingten Wärme und Lichterscheinungen zusammenhängen auf die anderen Weltkörper übertragen dürfen, darüber dürfen wir doch desshalb noch nicht entscheiden, weil wir wissen, dass in der Sonnenatmosphäre und selbst in den Nebelsternen dieselben Elementarstoffe vorhanden sind, wie auf unserer Erde. Ist doch die magnetische Kraft auf unserer Erde selbst an einen oder einige wenige Stoffe gebunden, und dürfen wir daher unsere Erdkugel als einen grossen Magneten nur desshalb betrachten, weil in ihrer Masse das Eisen (und in ihrer Atmosphäre der magnetische Sauerstoff) so vorwiegend ist. Wenn wir dann in Erwägung ziehen, dass der Theorie gemäss Millionen von Atomen dazu gehören um ein Molekül zu constituiren, so begreifen wir die ungeheure Ausdehnung, welche der uns als leer erscheinende Raum unseres Sonnensystemes einnimmt und eben dadurch ist uns dann auch die feste Grundlage für die mathematischen Bestimmungen über den Raum unseres Sonnensystemes hinaus entzogen, wie wir vorhin gesehen haben. Wie wir schon die ungeheure jeden Widerstand überwindende Wirkung der Sprengstoffe lediglich ans der Ausdehnung verstehen, die bei der Umsetzung des Körpers aus dem flüssigen oder festen Zustande in den gasförmigen eintritt, indem die Moleküle sich von einander entfernen, so können wir aus der Umsetzung der Moleküle in die Atome einigermassen mathematisch die ungeheure Ausdehnung berechnen, welche durch den umgekehrten Prozess der ursprünglichen Bindung der Atome zu Molekülen bedingt ist. Die mathematische Berechnung, die ja immer von relativen irdischen Verhältnissen ausgeht, hat dabei selbstverständlich nur die Bedeutung der Verwahrung vor dem Irrtum als könnten wir es in Betreff des Quantitativen mit dem positiv Unendlichen zu thun haben. — Aber die von Secchi aufgewiesene Möglichkeit einer mechanischen Erklärung der Natur oder Stofferscheinung als solcher führt unser Denken mit zwingender Notwendigkeit noch viel weiter hinaus über den unklaren und ungenügenden Stand, den die Physik bisher erreicht hat, wenn sie sich bei den Kräften beruhigt und den selbst Secchi nur erreicht, weil er den letzten Schritt nicht zu thun wagt. Mit Recht sagt Secchi, dass er sich vor der Materialisirung jener geheimnissvollen Potenzen nicht fürchtet. (Wenn der Aether ein Stoff ist, warum soll er dann nicht den mechanischen Gesetzen der Materie unterworfen sein?) und tadelt ebenso mit Recht die Unklarheit Hirns, der die Kräfte als Wesenheiten bezeichnet, die weder Geist noch Stoff sind, mithin als etwas, wovon wir uns durchaus keine Vorstellung machen können. Wenn wir so aber mit Secchi einen wirklichen Ernst damit machen, nicht blos die Geister, sondern auch die Kräfte, die sich unwissenschaftlich den alten Göttern und Geistern in der wissenschaftlichen Anschauung und Sprache unterschoben haben, als blosse Abstraktionen aus der Natur zu entfernen und uns klar bewusst geworden sind, dass wir ausser den in der Bewegung begriffenen Atomen kein anderes reales Substrat für die Naturerscheinung haben, so drängt sich uns um so energischer die Frage

auf, wie wir denn die Bewegung selbst und zwar die gemessene und geordnete Bewegung erklären sollen, da die Atome als solche es doch nicht thun. Eben darum aber, dass nur die in der Bewegung, und zwar in der gemessenen und geordneten Bewegung begriffenen Atome die Naturerscheinung constituiren, liegt nun die Veranlassung, den Begriff des Formalen gegenüber dem Realen, wie wir ihn vorhin auf den Gegensatz von Bewegung und Stoff übertragen haben, genauer ins Auge zu fassen, indem wir ja zugestehen müssen, dass Atom so gut wie Bewegung nur ein Abstraktum ist, wenn wir den Stoff nur als die in der Bewegung begriffenen Atome erkennen. (Ein Atom als solches kennen wir nicht; die Atome sind eine Voraussetzung, eine Fiktion wenn wir wollen, die Wirklichkeit der Erscheinung sind die in der Bewegung begriffenen Atome oder Atomenverbindungen.) Und wenn wir eben darin unser empirisches wirkliches Denken auf einer unausweichlichen Unklarheit ertappen, dass wir die Wirklichkeit, die wir ja anderseits auch als die Erscheinung, um nicht zu sagen als den Schein, erkennen, nur aus Atomen construiren können, die selbst nur eine Voraussetzung unseres Denkens sind, so ist damit nur gesagt, dass in unserem empirischen Denken eine Störung, ein Moment der Verwirrung liegt, dessen wir uns aber gar nicht bewusst werden könnten, wenn es schlechthin unüberwindbar wäre. Wir werden hiedurch mit unserem Denken in die Alternative versetzt entweder die in der Bewegung begriffenen Atome als das einzig wirklich Reale anzunehmen, und dann nicht allein die Bewegung selbst und also die Naturerscheinung unerklärt zu lassen, sondern auch unser Denken selbst als eine blose unerklärte Stoffbewegung hinzunehmen, oder den Stoff selbst als etwas Reales hinter den in der Bewegung begriffenen Atomen anzusetzen, an und in dem wir die Teilung in die Atome zugleich mit ihrer Bewegung als einen Vorgang, als ein sekundäres, betrachten, wo dann das Denken und das Selbstbewusstsein, mit einem Worte der Geist, als ein anderes dem Stoffe gegenübersteht, wie es in Uebereinstimmung mit der geoffenbarten Schöpfungslehre alles nicht ausgesprochene materialistische Denken festhält. Bewegung ist dann nicht mehr ein formales im strengen Sinne, sondern ein realer Faktor innerhalb der Naturerscheinung so gut wie die Atome und, wie wir gleich hinzusetzen können, wie das Maass und Gesetz, welches die Bewegung ordnet. Gegensatz des Stoffes ist dann nicht mehr die Bewegung, sondern der Geist, als das andere reale Glied im Gegensatze des endlichen Seins, wobei hier noch davon abgesehen wird, dass uns der Geist empirisch zunächst nur im Menschen, der anderseits organisch als die Spitze der Naturentwicklung erscheint, zum Bewusstsein kommt, ein Verhältniss, worin dann eben auch schon die Möglichkeit der Erklärung der in unser Bewusstsein eingetretenen in unserem empirischen Denken sich ankündigenden Störung angedeutet ist. Noch schärfer werden wir auf den realen Begriff des Stoffes als der Grundlage der in der Bewegung begriffenen Atome, welche die Naturerscheinungen constituiren, hingewiesen durch die Atome selbst, sobald wir versuchen, diesen Begriff absolut zu nehmen, und anderseits die wahrhaften Formalbegriffe der Verneinung, des Raumes und Zeit ins Auge fassen. Die Atome absolut als das letzte Reale gefasst postuliren den Begriff des leeren Raumes, worin sie sich bewegen. Der Begriff des leeren Raumes ist aber ein unvollziehbarer Begriff, ein vorgestelltes Nichts, ein Unbegriff. Auch davon, wie in dem als Einheit gedachten Stoff die Teilung in die

Atome hineinkomme, habe ich keine Vorstellung, weil eben mein vorstellendes Denken als solches an die aus der Verbindung der Atome hervorgehende Erscheinung gebunden ist, aber es ist kein Unbegriff, kein unrichtiger Gedanke; ich kann sogar eine Analogie dafür anführen aus der Natur, wenn ich mir die Condensation der Wassermoleküle beim Gefrieren zu den sich individualisirenden Eiskrystallen vorstelle. Der leere Raum aber, worin die absolut gedachten Atome sich bewegend gedacht werden müssen, ist nichts anderes, als eine täuschende Vorstellung, ein als Etwas gedachtes Nichts, und somit können die Atome nur gedacht werden als Individualisirungen im Stoffe, und auch Secchi müsste, wenn er seine richtige Perhorrescirung des leeren Raumes consequent ausgedacht hätte, zu dieser Position des ursprünglichen Stoffes in der Einheit kommen, in den erst zugleich mit der Individualisirung in die Atome auch das gestörte Gleichgewicht eingetreten oder hineingebracht ist. Hiemit hat das Denken den Bereich der Naturwissenschaft oder der exakten Erklärung überschritten, wie es aber ja nothwendig ist, wenn es sich nicht selbst in seiner Realität als geistige Thätigkeit aufheben und sich zum unhaltbaren Materialismus bekennen will, was etwas Unmögliches ist, weil ja auch der Materialismus nur denkend constituirt werden kann. Der Bereich der exakten Naturwissenschaft als der Erklärung der Naturerscheinung im Ganzen ist aber eben damit klar und unantastbar hingestellt und das ist es, worauf es zunächst ankommt. —

Secchi, der nicht Materialist ist, geht, ohne sich die letzte Consequenz der Atomenlehre klar gedacht zu haben, in letzter Instanz auf den allmächtigen Willen des Schöpfers zurück. Das ist und bleibt natürlich auch die letzte Instanz für das endliche Denken; aber, wenn er selbst es als die Aufgabe des Naturforschers anerkennt, nicht zu früh an das unmittelbare Eingreifen Gottes zu appelliren, so muss ich ihm vorwerfen, dass er selbst eine Instanz übersprungen hat, indem er nach der jetzt geläufigen Denkweise den Gedanken Gottes und der Schöpfung nur so im Allgemeinen und nicht nach dem Maassstabe der in der Offenbarung begründeten Anschauung festhält, wonach wir den Begriff der Schöpfung nur als den durch den allmächtigen Willen Gottes realisirten Gegensatz von Geist und Stoff (mit dem Menschen als geistig leibliches Wesen als ausgleichendem Verbindungsglied) kennen und verstehen, aufrecht hält. «Ich glaube an Gott den Schöpfer Himmels und der Erde, alles Sichtbaren und Unsichtbaren», was das Conc. Later. IIII. mit den Worten erklärt: Firma fide tenendum est, deum ab initio temporis simul utramque condidisse naturam spiritualem et corpoream et deinde hominem ex utraque compositum. Gewinnen wir durch die Berücksichtigung dieses Offenbarungsstandpunktes für das Verständniss der Naturerscheinung, deren Erforschung als solcher das unangetastete Bereich der exakten Naturwissenschaft ist, ein neues Moment, so kann das natürlich für die denkende Naturauffassung nicht gleichgültig sein; und das ist der Fall, sobald wir die auch noch im Offenbarungsstandpunkte begründete Thatsache hinzunehmen, dass in dem durch die Schöpfung gesetzten Urverhältnisse von Geist und Stoff noch vor der Schöpfung des Menschen eine Störung durch die Schuld des Geistes eingetreten ist, welche für die auf die Schöpfung des Menschen berechnete Ausgestaltung des Stoffes zu der empirischen Naturerscheinung ein wesentliches Moment bildete. Es wird uns das klar werden, wenn wir nur festhalten, dass der Begriff der Träg-

heit oder des Beharrungsvermögens als wesentliche Grundbestimmung des Stoffes nichts anderes bedeutet, als dass der Stoff in sich nicht die Kraft der Initiative hat, welche schlechthin das Wesen des Geistes als des Selbstbewusstseins bezeichnet. Die den Atomen als solchen ursprüngliche (rotirend-fortschreitende) Bewegung, in der die Atome vermöge der Trägheit beharrend der Theorie gemäss die Grundlage der ganzen Naturerscheinung bilden, ist demnach selbst etwas dem Begriffe des Stoffes an sich Widersprechendes und kann also nur als ein sekundäres, durch einen ausser dem Stoffe stehenden Willen in den Stoff Hineingekommenes begriffen werden, wobei wir dann drei Punkte wohl ins Auge fassen müssen. Erstens dass die Bewegung mit der Atomisirung des Stoffes sowohl als mit der Störung des Gleichgewichtes, die in dem atomisirten Stoff durch die chemische Concentration der Atome zu (wägbaren) Molekülen sofort eintritt, wesentlich zusammenhängt. Zweitens dass diese Theorie des Stoffes ein unabweisbares Resultat unseres Erkenntnisszustandes ist, insofern unsere Erkenntniss sich schlechthin nur in dem Gegensatze der durch die Sinne vermittelten Wahrnehmung und des durch die denkende Thätigkeit des Geistes vermittelten Begriffes vollzieht, mit der sinnlichen Wahrnehmung aber die Vielheit in der Bewegung, wie mit dem vom denkenden Geiste gebildeten oder erfassten Begriffe die Einheit verknüpft ist. Ich denke so nothwendig den in der unermesslichen Vielheit der Körper, der Moleküle, der Atome zerteilten Stoff seiner Wesenheit nach in der Einheit, wie ich die Individuen irgend einer Art eben unter diesem Artbegriff zusammenfasse und zwar in der Weise, dass ich ohne diesen zusammenfassenden Begriff gar keine Erkenntniss haben würde. Nun ist freilich der Begriff einer Spezies zunächst nur ein formales Gebilde meines Geistes; aber nicht in gleicher Weise kann ich mich bei der Zusammenfassung der unermesslichen Vielheit der Atome unter den Begriff Stoff bei dieser blos formalen Bedeutung des Begriffes beruhigen, weil, wie gezeigt ist, dann das Denken auf den unmöglichen Begriff des leeren Raumes, d. h. des seienden Nichts als die letzte Grundlage alles Seins hinausgetrieben würde. Das vorstellende Denken haftet an der innerhalb der Atomenbewegung vor sich gehenden Wahrnehmung, das sich seiner als über der Vorstellung stehend bewusst werdende Denken geht mit Notwendigkeit, wie einerseits zu dem Begriffe des Geistigen im Gegensatze zum Stoffe, so anderseits zu dem realen Begriffe des Stoffes an sich oder des Stoffes in der Einheit im Gegensatze zu den der Erscheinung zu Grunde liegenden in der Bewegung begriffenen Atomen hinaus, die dann natürlich nur als ein sekundäres und partielles Moment innerhalb des in der Einheit verharrenden Stoffes gedacht werden können, wie, um die Analogie zu wiederholen, die Eiskryställchen als eine Menge von Individuen sich innerhalb der homogenen Masse des Wassers ausscheiden. Dass darin, dass der Stoff einerseits in der Einheit verharren und anderseits doch in der Diskretion der Atome auseinandergehen soll, ein logischer Widerspruch liegt, der auch durch die Analogie die Aussonderung der Eiskrystalle im Wasser noch nicht vollständig gelöst wird, gebe ich zu; bemerke aber, dass das logische Denken eben auch das an die Vorstellung gebundene Denken ist, welches, wenn es sich ohne seiner Correktionsbedürftigkeit bewusst geworden zu sein, zum Maassstabe alles Denkens und der absoluten Wahrheit machen will, Werkzeug der Sophistik wird. Drittens dass diese ganze Anschauung zusammengeht mit der theo-

logisch spekulativen Auffassung der geoffenbarten Schöpfungslehre, wonach wir unter der Schöpfung die Realisirung des endlichen Gegensatzes von Geist und Stoff, unter der Naturerscheinung aber die Ausgestaltung des Stoffes unter dem Einflusse oder unter Berücksichtigung der durch den Geisterfall in die ganze Entwicklung der Schöpfung eingetretenen Störung verstehen. Diesen dritten Punkt, als einen rein spekulativen, berühre ich hier gar nicht weiter, nur das eine noch einmal hervorhebend, dass eben dieser uns eine ganz reine und von jeder philosophischen Einmischung freie streng naturwissenschaftliche Durchführung ermöglicht. Den zweiten werde ich in den später zu gebenden erkenntnisstheoretischen Bemerkungen, so weit es erforderlich ist, ausführen. In Betreff des ersten aber werde ich hier noch zeigen, wie die Theorie Secchis und somit der ganze durch ihn erreichte Standpunkt der mechanischen und exakten Erklärung der Naturerscheinung nur in dieser Voraussetzung ihre abschliessende Grundlage findet, dass sie also als eine naturwissenschaftliche Hypothese ihre volle Berechtigung in Anspruch nehmen darf. Wenn die mit der Atomisirung in den Stoff eintretende Bewegung, welche wir nicht wie bei dem ersten Versuche des Aufbaues der atomistischen Naturerklärung als eine Fallbewegung, sondern als ein rotirend-fortschreitende denken, ein der ursprünglichen und wesenhaften Einheit des Stoffes widerstrebendes Moment ist, so erklärt sich das dieser zerstreuenden Bewegung gegenüber sich geltend machende Streben zur Concentration der Atome zu Molekülen und Körpern aus der dem Stoffe seinem Wesen nach innewohnenden Einheit, welche aber innerhalb der in der Bewegung begriffenen Atome nur in dieser gebrochenen Weise, in der Form von Molekülen nach den Stufen des Gasförmigen Tropfbar-Flüssigen und Festen, sich geltend machen kann. So verstehen wir die Störung des Gleichgewichtes zwischen den Atomen und Molekülen, als der Grundlage der ganzen Naturerscheinung; wir verstehen auch so erst das grosse Gesetz der Erhaltung der Stoffe und der Kräfte, welches ja gar keine haltbare Grundlage hätte wenn nicht im Begriffe des Stoffes ein einheitliches zusammenfassendes und die ganze Erscheinung umfassendes Moment enthalten wäre. Wir verstehen, wie das, was als Denkmoment für uns ein rein formales, ein abstrakter Begriff, ist, in der Realität der Naturerscheinung als wirkende Kraft auftritt. Die Einheit ist das Wesen des Stoffes, wie er in dem Begriffe der Schöpfung als das andere Glied derselben als Gegensatz des Geistes gesetzt ist; die Bewegung der Atome ist der Ausdruck und das Werk des allmächtigen über der ganzen Schöpfung stehenden Willens, der durch sie in dem in die Atome zerfallenden Stoff die Grundlage der Ausgestaltung schafft, die wir als die empirische Naturerscheinung kennen, und deren Wirklichkeit darauf beruht, dass in der Masse der in der Bewegung begriffenen Atome das dem Stoffe als solchem innewohnende Gesetz der Einheit in der Concentration zu Molekülen Körpern und Systemen von Körpern nach dem von der gestaltenden Allmacht und Weisheit, die wie auf Erden dem Meere und dem Festlande, so in der ganzen Natur dem Ponderablen und Imponderablen ihre Grenze gesetzt hat, sich geltend macht. Wir verstehen so die Bedeutung der Gravitation und der Schwerkraft als den Zustand des Stoffes, wo die zu Molekülen verbundenen Atome nun als solche in das Gesetz der blosen Massenanziehung als Wirkung der den Stoff als solchen beherrschenden Einheit eintreten. Wir verstehen, dass die Cohäsion

mit der Gravitation nicht zusammenfällt, als ob die Dichtigkeit der Körper mit der Concentration zusammenfiele, weil der erscheinende Stoff unter dem Gesetze der Gegenwirkung der Bewegung in den Atomen und deren Concentration zu Einheiten in den Molekülen steht, wie ja das Erdinnere nicht so dicht als die Erdrinde, und die Sonne nicht so dicht ist als die inneren Planeten. Wir verstehen, dass die Gravitation auch mit den Aggregatzuständen nicht zusammenfällt, als ob ein fester Körper als solcher schwerer sein müsste als ein flüssiger; dass aber das spezifische Gewicht unter allen Umständen bedingt ist durch die Menge der Atome, die sich zu einem Moleküle vereint haben, so dass ein Molekül Eisen unter allen Umständen schwerer ist als ein Molekül Wasserstoff oder Sauerstoff. Wir verstehen auch, wie die Constitution der Elemente und ihr Verhältniss zu einander, worauf die chemische Verwandtschaft beruht, bedingt sein könne durch die Menge d. h. die Zahlverhältnisse der Moleküle, wie ja die Chemie durchaus auf feste Zahlenverhältnisse zurückführt. Die Zahl, ein an sich formal-abstraktes Moment, hört auf für uns nur eine mystisch unverstandene Bedeutung zu haben, wenn wir in ihr den Ausdruck für die gebrochene Annäherung des in die Atome zerfallenen Stoffes zur ursprünglichen Einheit erkennen, was ein ganz reales Verhältniss ist. Wasserstoff und Sauerstoff z. B. sind dadurch verschiedene Elemente, dass in ihren Molekülen je eine verschiedene Anzahl von Atomen zur Einheit bei der Constitution des Stoffes in der Schöpfung verbunden ist und in diesem Verhältnisse liegt es begründet, dass diese beiden Stoffe und keine anderen zu einem neuen Körper, dem Wasser, nach ebenso festen Verhältnissen sich verbinden, der dann als eine solche Vereinigung eine gewisse Annäherung an den Stoff in seiner Ureinheit darstellt, und dadurch seine Bedeutung in der erscheinenden Natur hat. Das ist eine durchaus klare Anschauung, und es ist diejenige, auf welche die ganze exakte Wissenschaft uns hinweist; und wenn wir auch noch weit von der Durchführung einer solchen Anschauung entfernt sein mögen, dass sie unmöglich sei, dürfen wir angesichts der fortgeschrittenen Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen nicht mehr sagen, wie uns allein schon der Umstand nahe legen muss, dass wir in allen Gebieten auf feste Zahlenverhältnisse geführt werden. Wie bei den Zahlenverhältnissen so werden wir endlich auch durch Secchi beim Begriffe des polaren Gegensatzes der vagen und desshalb unklaren und falsch mystischen Auffassung los, wenn wir nur seine durchgeführte mathematische mechanische Auffassung durch die im Denken erfasste Beziehung der erscheinenden Natur zum Ganzen der Schöpfung zu ergänzen wissen. Ich will aber hier noch einmal den ganzen Wortlaut Secchis anführen, um den Vertretern der exakten Wissenschaft zu Gemüte zu führen, wie mächtig er in den geltenden Stand der Wissenschaft eingreift. II. p. 193: «Die dritte Eigenthümlichkeit, welche die magnetischen Thätigkeiten und die elektrodynamischen Kräfte kennzeichnet, ist die Polarität oder die Fähigkeit, an den beiden Enden einer Linie gleich starke aber entgegengesetzte Wirkungen hervorzubringen. Es gibt in der Physik eine ziemliche Anzahl Erscheinungen, auf die man die Bezeichnung der Polarität oder Polarisirung anwendet; allein die Modifikation, die man mit diesem Namen ausdrücken will, ist durchaus nicht in allen Fällen dieselbe. Wenn man z. B. von der Polarisation des Lichtes spricht, so will man damit sagen, dass die Schwingungen desselben alle in einer übereinstimmenden Richtung erfolgen; in der Chemie

werden von einigen durch Polarität diejenigen Erscheinungen erklärt, welche man bei der Zersetzung durch den galvanischen Strom beobachtet; man würde hiebei z. B. in den succesiven Entladungen, die in der Flüssigkeit erfolgen, um dem Strome Durchgang zu verschaffen, unter allen Molekülen die des Wasserstoffs am stärksten positiv, die des Sauerstoffs am stärksten negativ geladen finden. Nimmt man die von Bixio aufgestellte Erklärung an, so würde dies einfach auf eine materielle Orientirung der Schwerpunkte hinauslaufen, welche durch die Thätigkeit des Stromes bewirkt wird und damit würde sich dieser Vorgang wesentlich von der magnetischen Polarität unterscheiden. Vergleichen wir endlich die elektrostatische Polarität, die sich bei manchen Körpern, wie bei den thermoelektrischen Krystallen zeigt, so bemerken wir den Unterschied, dass bei ihnen die Ladung ihren Sitz nur an der Oberfläche hat, während sie sich bei den Magneten im Innern eines jeden Molekülen vorfindet, wie man aus der Thatsache ersieht, dass sich die Krystalle durch Berührung mit einem leitenden Mittel entladen, während der Magnet dadurch nichts an seiner Kraft verliert. Wohl finden in beiden Fällen die Vorgänge zwischen den Molekülen statt, aber die Bruchstücke eines Magneten behalten die Pole in derselben Richtung bei, welche dieselben in der ursprünglichen Masse besassen. . . . Wenn manche den Ausdruck Polarität auch auf die Erscheinungen bei den Conduktoren der Elektrisirmaschine ausdehnen, so ist dies ein Missbrauch des Wortes.» — Wir sehen, indem Secchi die Polarität an ihrer eigentlichen Stelle, als eine durch die besondere Zusammensetzung oder Cohäsion der Moleküle in diesen Stoffen bedingte Bewegungserscheinung in den Atomen mechanisch erklärt, löst er den Begriff der Polarität aus einer Menge ähnlicher Erscheinungen heraus, die unklar mit demselben Worte bezeichnet werden; eben dadurch eröffnet er aber auch zugleich die Möglichkeit, alle diese Erscheinungen auf ein höheres Gesetz des in die Atomenbewegung eingetretenen Gegensatzes, der in letzter Instanz auf ein Mehr und Minder, auf eine quantitative Bestimmung hinausläuft, zu erklären, welches dann aber seine lebendige Bedeutung und Wirksamkeit nur als der Ausdruck einer realen geistigen Beziehung bekommt, die nicht im Stoffe als solcher, sondern in seiner Stellung im Ganzen der Schöpfung begründet ist. Wir werden uns davon im Näheren überzeugen, wenn wir nunmehr genauer auf die Gesetze der Gestaltung eingehen, zu denen dieses Spiel der Bewegung in den Atomen nur die Grundlage bildet. —

## III. Die Gestaltung und der Organismus.

Die in der Bewegung verharrenden Atome, welche wir nicht mehr, wie unter der unwillkürlichen Herrschaft des Gesetzes der Schwere Demokrit that, in der Fallbewegung durch den leeren Raum, sondern nach Secchi als Resultat der durchgeführten mechanischen Erklärung der Naturerscheinung in der rotirend-fortschreitenden Bewegung und in so weit in der Horizontale denken, gibt uns an sich nur eine unbestimmte und unbegrenzte Vorstellung, die wir freilich in unserem denkenden Bewusstsein beherrschen, in so weit wir sie eben uns bilden können, die aber unser Bewusstsein in keiner Weise leitet und beruhigt, indem sie einerseits auf das Leere, auf das Nichts, hinausläuft, welches, indem wir es gleichwohl denkend und sprechend als ein Etwas setzen, in unserem Denken den Widerspruch begründet, und anderseits in eine unermessliche das Denken ermüdende Vielheit sich verliert. Ein Gegenstand für unser Denken, eine wirkliche Vorstellung, werden die in der Bewegung begriffenen Atome nur dadurch, dass in der Bewegung ein Gesetz der Gestaltung sich kund gibt, welches, indem es eine grössere oder geringere Anzahl von Atomen (oder von Millionen von Atomen) zu wägbaren Molekülen vereinigt, in der ganzen Masse des erscheinenden Stoffes das Gesetz der Schwere begründet, wonach der erscheinende Stoff oder die Naturerscheinung im Grossen als eine Anzahl von Weltkörpern oder Stoffconcentrationen uns entgegentritt, die im Vergleich zu der ungemessenen Anzahl der Atome und selbst der Moleküle als eine beschränkte bezeichnet werden muss und in der allerdings das die Atome zur Einheit der Moleküle, die Moleküle zur Einheit von Weltkörpern und wenigstens in unserem Sonnensysteme, die Weltkörper zur Einheit eines Systemes concentrirende Gesetz als ein gestaltendes Grundgesetz erscheint, nicht so jedoch, als ob wir uns auch nur einen Augenblick der Vorstellung eines die ganze Masse des Stoffes zu einem Klumpen zusammenballenden Concentrationsgesetzes hingeben dürften, da die Wirklichkeit doch eben nur durch die diese Einheiten auseinanderhaltende, der Concentration entgegenwirkende Kraft besteht, wie es zunächst in unserem Sonnensysteme sich darstellt und wenn wir über diesen Gegensatz der concentrirenden und der der Concentration entgegenwirkenden Kräfte hinaus die Einheit des Stoffes denken, dann haben wir auch das Gebiet des vorstellenden Denkens überschritten,

und stehen an der metaphysischen und spekulativen Frage, mit der wir es an dieser Stelle nicht zu thun haben. Diesen ersten Schritt der Gestaltung in dem Ganzen haben wir vorläufig schon in der Astronomie vorweg nehmen müssen. Den zweiten Schritt in der Gestaltung des Stoffes und damit zugleich unserer Vorstellung thun wir durch die Scheidung des wägbaren Stoffes in die Aggregatzustände des Festen Tropfbar-Flüssigen und Gasförmigen, welche die Unterscheidung des Imponderablen und des Ponderablen, der in der ursprünglichen Bewegung als solche beharrenden und der zur Einheit der Moleküle verbundenen Atome, zu ihrer Voraussetzung hat und durch welche dann das lebendige Spiel der Kräfte, d. h. der Bewegungen im Stoffe als Ausgleichungsstreben für das durch die Differenzirung in Ponderables und Imponderables gestörte Gleichgewicht eingeleitet ist, wozu wieder zu bemerken ist, dass wir das nach unserer Auffassung mit der Auflösung des Urstoffes in die Atome gestörte Gleichgewicht, die wie einerseits in der vom Schöpfer ihnen erteilten rotirend-fortschreitenden Bewegung beharren, anderseits nach dem Gesetze der Concentration sich zu den Molekülen vereinen und so in dem atomisirten Stoff die Scheidung zwischen dem Imponderablen und dem Ponderablen motiviren, nun nicht etwa auf den Urstoff einfach zurückzudatiren haben, so wenig wie wir die Einheit des Urstoffs als einen concentrirten Klumpen des wägbaren Stoffes uns vorstellen dürften. Das gestörte Gleichgewicht im Stoffe, auf dem unsere ganze Naturerscheinung beruht, kann nur begriffen werden durch die Störung des Gleichgewichtes in dem Gegensatze von Geist und Stoff, (durch die Ursünde d. h. durch den Fall des Geistes) was wir eben nur wieder denkend und spekulativ und nicht vorstellend erfassen können, weil unsere Vorstellung und unser vorstellendes Denken schlechthin an das Spiel der Kräfte gebunden ist, welche nichts anderes sind, als die Ausgleichsbewegungen zwischen dem Imponderablen und dem Ponderablen nach den drei Aggregatzuständen. Die Grenze zwischen diesen ist wesentlich eine fliessende, wie wir am prägnantesten am Wasser in seinen drei Zuständen sehen; aber gleichwohl ist thatsächlich für uns auf Erden eine gewisse feste Grenzbestimmung constituirt, wonach wir einige Stoffe nur im gasförmigen, andere nur im festen Zustande in der Natur sehen und worauf der ganze wirkliche Bestand unserer Naturerscheinung beruht, nicht so jedoch, dass wir über die Relativität dieser Grenzbestimmung in Zweifel bleiben könnten. Wir wissen ja jetzt auch durch das Experiment, dass auch die permanenten Gase durch Wärmeentziehung zu flüssigem und also auch zu festem Zustande gebracht werden können und wenn die Chemie mehrere Stoffe z.B. den Kohlenstoff nur als festen Körper kennt, so heisst das nur so viel, dass diese nur als solche nicht im flüssigen oder festen Zustand dargestellt werden können. In der gasförmigen Kohlensäure ist natürlich der Kohlenstoff im gasförmigen Zustande vorhanden. Wir werden sehen, dass sich gerade aus diesen Verhältnissen die interessantesten Erfahrungen für die Erde als die Geburtsstätte des organischen Lebens ergeben. Den dritten Schritt in der Gestaltung des Stoffes in der Richtung nach der Concentration thun wir mit der Thatsache und dem Gesetze der Krystallisation innerhalb des festen Aggregatzustandes, insoweit wir berechtigt sind, in der Krystallisation nicht eine vereinzelte und zufällige Erscheinung, sondern das letzte Resultat oder die dritte Instanz jenes Einheitsstrebens, welches die Atome zu Molekülen, die Moleküle zu Weltkörpern verbindet und auf unserer

Erde den ponderablen Stoff nach einer Grenzbestimmung, die an sich freilich relativ und fliessend, aber thatsächlich doch hinlänglich fest bestimmt ist, in die drei Aggregatzustände scheidet; der Grundbegriff des Krystalles ist die feste und starre in sich abgeschlossene Form des Individuums. —

Um nun den Ueberblick über die ganze noch vor uns liegende Aufgabe zu gewinnen, fügen wir gleich die vorläufige Definition der Zelle als Grundlage des Organismus im engeren Sinne hinzu, die nur in diesem Zusammenhange verstanden werden kann und die auch unser Denken erst möglich macht, insoweit wir selbst nur als organische Wesen denkende Wesen sind. Das die Gestaltung bewirkende concentrirende Einheitsstreben hat im Krystalle seinen absoluten Höhepunkt, aber damit auch einen Schlusspunkt in der Bewegung erreicht, die der Gestaltung zu Grunde liegt, natürlich in der gebrochenen Weise, wie wir die Gestaltung durch das Einheitsstreben in dem atomisirten Stoffe nur denken können, wonach wir die Vorstellung einer Concentration des ganzen wägbaren Stoffes zu einem Klumpen oder einem Krystalle als einen Ungedanken verwerfen. Das aus der Bewegung entstandene fertige Krystallindividuum hat nicht mehr die Kraft der Bewegung in sich, die es hat entstehen lassen; es fällt als solches dem allgemeinen Gesetze der Gravitation anheim. Wäre damit die Gestaltung in der Natur abgeschlossen, so würden keine lebendige Einzelwesen, keine Organismen existiren; wir Menschen würden also als denkende lebendige Einzelwesen auch nicht da sein. So gelangen wir zum Dasein und zum Begriffe der Zelle, des lebendigen stofflichen Individuums, in dem die Kraft der Bewegung, welche das Individuum gestaltet hat, nicht mit dem Resultate, dem gestalteten Individuum, erlischt, sondern eine andauernde Quelle und Stätte der Bewegung zur weiteren Entwicklung bildet; wir erfassen somit die Zelle, als Grundlage der ganzen organischen Entwicklung im Pflanzenreiche und im Thierreiche bis zum Menschen hinauf, in dem mit dem organischen Leibe der denkende selbstbewusste Geist verbunden ist. Der Mensch selbst und seine Geschichte gehört nicht mehr in den Bereich der Naturwissenschaft. Die Herausbildung der Erdoberfläche und der Erdrinde als Vorbereitung für das Auftreten des Menschen auf ihr geht aber mit der Entwicklung des Pflanzenreiches und des Thierreiches parallel, so dass sie ohne diese gar nicht vorgetragen werden kann. Daraus ergibt sich dann der Entwurf unserer weiteren Aufgabe. Wir haben zu behandeln 1. den Krystall, an den ich die Chemie, insoweit sie nur eine kritische Bedeutung hat, anschliesse; 2. die Zelle als Grundlage des Organismus; 3. die Pflanze; 4. das Thier; daran schliesse ich 5. die gemeinsame Beziehung der Organisation in der Pflanze und im Thiere auf den Menschenleib; 6. die Geologie. Der Mensch selbst ist wie gesagt nicht mehr Gegenstand der Naturwissenschaft; es bleibt uns aber vorbehalten, in nachträglichen Abhandlungen die innige Beziehung seiner Geschichte zur Natur ins Auge zu fassen. — Der nächste Gegenstand ist demnach

## Der Krystall.

Der Gesichtspunkt, unter dem sich die Lehre vom Krystalle in das Ganze der Naturwissenschaft einfügt, bildet die Frage, in wie weit wir wissenschaftlich berechtigt sind, die Krystallbildung auf unserer Erde nicht

als eine nur zufällige Erscheinung, sondern als das letzte Resultat jenes innerhalb der in der Bewegung begriffenen Atomenmasse sich geltend machenden relativen Einheitsstrebens zu betrachten, welches in erster Instanz die Atome zu Molekülen, in zweiter die Moleküle zu Weltkörpern verbindet, in dritter auf unserer Erde wenigstens die Aggregatzustände des Festen Flüssigen und Gasförmigen, als Grundlage und Bedingung der organischen Entwicklung schafft. Ich bemerke vorläufig, dass uns auch hier das Wasser in seinen drei Aggregatzuständen als ein typisches Vorbild des Prozesses in der ganzen Natur gelten kann, wie wir es denn auch in seiner ganz besonderen Bedeutung für die weitere Entwicklung des Organischen erkennen werden und ferner, dass ich in dem aufgestellten Gesichtspunkte nur das deutlich ausspreche, was in wissenschaftlicher Richtung unserer Naturerkenntniss intentionell vorhanden ist, wie es denn auch schon Secchi bestimmt ausgesprochen hat. Für die Ausführung lege ich Naumanns Krystallographie zu Grunde, ohne aber damit sagen zu wollen, dass ich auch für die principiellen Fragen, auf die, wie wir sehen werden, auch auf diesem Gebiete die Wissenschaft mit Denknotwendigkeit führt, ihn als Führer anerkenne. Naumann gibt eine Definition des Krystalles in folgender Weise: Krystall ist jeder starre anorganische Körper, welcher eine wesentliche und ursprüngliche mehr oder weniger regelmässige polyedrische Form besitzt. Ich bemerke zunächst, dass Naumann die Bestimmung, die er gleichwohl in der Begründung seiner Definition als die wesentlichste hervorhebt, dass der Krystall wesentlich ein Individuum ist, in die Definition selbst nicht mit aufgenommen hat, dass dagegen in der Bestimmung des Krystalls als eines anorganischen Körpers eine blos negative Bestimmung in die Definition aufgenommen ist, die keinen Wert hat, so lange wir nicht über den Begriff des Organischen uns klar geworden sind. Lassen wir diese mehr oder weniger zufälligen Mängel der Definition vorläufig unbeachtet, so erkennen wir nach dem wahren Sinne derselben den Krystall seinem Begriffe nach als einen Naturkörper, der durch die Zusammenfügung seiner materiellen Stoffteile zu einer gesetzmässig bestimmten Form ein Individuum, ein von der übrigen Stoffmasse sich ausscheidendes Einzelnes, darstellt. Wesentlich ist dabei also die Darstellung des Individuums vermöge der Zusammenfügung der materiellen Grundteile durch ein Formgesetz, wobei vorausgesetzt wird, dass der Körper ein fester resp. starrer sei und eine regelmässige und zwar polyedrische Gestalt zeige. Die Bestimmung des Ursprünglichen ist von Naumann hinzugesetzt, um den Krystall wissenschaftlich genau zu unterscheiden einerseits von regelmässigen Fragmenten, welche wir durch Zerschlagen eines wirklichen Krystalles gewinnen können, wie z. B. das Rhomboeder aus allen Kalkspathkrystallen und anderseits von den Afterkrystallen (Pseudomorphosen), welche die Natur selbst bildet, indem sie amorphe Stoffe in eine leer gewordene krystallinische Form hineingiesst. Halten wir nun das Wesentliche im Begriffe des Krystalles fest, so sehen wir zunächst, dass die Bestimmung des Festen (denn auch davon, dass das Feste im Krystall als Starres sich darstellt, können wir vorläufig noch absehen, weil es nur zu seiner Unterscheidung vom organischen Individuum gehört) uns ein erstes negatives Moment für die Beantwortung der Hauptfrage an die Hand gibt, welches aber sofort auch schon positive Bestimmung in sich trägt. Ist nämlich der Krystall wesentlich ein fester Körper und nicht ein flüssiger oder gasförmiger, da diese

ihrem Begriffe nach amorph sind, so kann auch Krystallbildung nur da vorkommen, wo sich die Scheidung der Aggregatzustände des Gasförmigen Flüssigen und Festen herausgebildet hat und damit ist die Möglichkeit der Krystallbildung wissenschaftlich zunächst auf unser Sonnensystem beschränkt, insoweit wir die Uebertragung der Analogie unseres Sonnensystems auf die übrige Sternenwelt kein wissenschaftliches Recht zugestehen können; weiterhin aber auch innerhalb unseres Sonnensystems auf die Zone der inneren Planeten, weil, wie die Verhältnisse aufweisen, weder beim Centralkörper noch beim Jupiter und den anderen äusseren Planeten eine Krystallbildung möglich ist. Dass sie bei der Reihe der unteren Planeten allein auf die Erde in ihrer mittleren Stellung beschränkt sei, werden wir nicht behaupten dürfen, da beim Monde und also auch wohl bei der Venus und dem Merkur eine Krystallbildung aus feuerflüssigen Zustande anzunehmen nahe liegt, und beim Mars eine Eisbildung aus der Beobachtung sich zu ergeben scheint; wir dürfen aber anderseits aus der krystallinischen Gestaltung bei den Meteorsteinen doch nicht mit allzu grosser Sicherheit auf Krystallbildung in den entfernten Welträumen schliessen, da wir nicht wissen, in wie weit diese bei den Meteoren durch ihren Eintritt in den Bereich der irdischen Verhältnisse bedingt ist. — Wissenschaftlich berechtigt ist nur die Voraussetzung, dass so wie wir nur auf der Erde in ihrer mittleren Stellung in der Reihe der unteren Planeten die klare Scheidung der Aggregatzustände im Ponderablen durch das Verhältniss des Ponderablen zum Imponderablen sich herausgebildet hat, so auch nur auf der Erde das Gesetz der Krystallbildung im Festen durchgebildet ist. —

Eine zweite Instanz für unseren Beweis liefert uns die Thatsache, dass alle zu dem Zustande fester Körper gelangenden Stoffe auf unserer Erde unter günstigen Verhältnissen auch wirklich krystallinische Form annehmen, dass aber anderseits diese günstigen Umstände so diffizil sind, dass die wirkliche Herausbildung des Effektes sehr prekär ist. Offenbar müssen diese beiden Thatsachen zusammengefasst und erwogen werden, um den richtigen Schluss von unserer irdischen Erfahrung auf das Ganze der Natur zu machen. Naumann sagt in Betreff des zweiten Punktes folgendes: «Da die Krystallisationskraft gar häufig in ihrer Wirksamkeit durch andere Kräfte gestört worden ist und die Krystalle teils in dem Fundamente, aus welchem ihre Bildung erfolgte, teils in ihrem gegenseitigen Contakte ein Hinderniss ihrer Entwicklung gefunden haben können, so lassen sich auch in der Wirklichkeit mancherlei Anomalien der Ausbildung erwarten, durch welche jedoch die allgemeine Gesetzlichkeit der Krystallformen ebensowenig aufgehoben wird, als das allgemeine Gesetz der Planetenbahnen durch die mancherlei Störungen, denen die Planeten in ihren Bewegungen unterworfen sind.» Naumann hat hiebei zunächst die Herausbildung ganz vollständiger und regelmässiger krystallinischer Individuen im Auge, die wir in der That als ein durchaus nicht häufiges Vorkommen bezeichnen müssen, nur etwa in dem Maasse, dass uns der sichere Weg des wissenschaftlichen Verständnisses dadurch ermöglicht und angezeigt ist. Die Störungen kommen aber von zwei Seiten, die wir als formale und materielle (ideale und reale) bezeichnen können; indem teils die einfachen Grundformen deren klare Herausstellung aus dem unendlich scheinenden Gewirre einer der schönsten Triumphe der Wissenschaft ist, mehr oder weniger bis zur grössten Komplikation

in einander übergreifen, teils die äusseren materiellen Verhältnisse eine reine Entwicklung und Darstellung der Individuen verhindert haben. Wir finden in der Wirklichkeit, um von den blossen Conglomeraten und Geschieben, die als Resultate blos mechanischer Wirkung aus zerriebenen krystallinischen Bildungen entstanden den grössten Teil der Erdrinde bilden, nicht zu reden, eine continuirliche Reihe von Uebergängen vom einzelnen frei ausgebildeten Krystalle durch die drusenartige Zusammensetzung einer Menge von halb ausgebildeten Krystallen und die engste Zusammenfügung nur ganz unvollkommen ausgebildeter bis zu den körnigen Gesteinen, in denen man nur noch ein krystallinisches Gefüge und den als amorph bezeichneten, in denen man auch dieses nicht mehr mit Sicherheit erkennt. Auch diese letzteren, die man als porodine oder hyaline Gesteine unterscheidet, je nachdem sie langsam aus einem gallertartigen Zustande oder rascher aus feuerflüssigem Zustande erstarrt sind, legen kein absolutes Veto ein gegen die Allgemeinheit des Gesetzes der Krystallbildung, auch wenn sie wirklich, wie wir es etwa von der Zellulose wissen, keine erkennbare Spur von krystallinischer Fügung besitzen, weil wir annehmen dürfen, dass die Krystallbildung hier, wenn auch in einer noch nicht nachweisbaren Weise, durch die Verhältnisse der Molekularbeziehungen verhindert würde. Im Ganzen aber können wir aus dem Befunde des Thatbestandes der Krystallbildung auf Erden nur den Schluss ziehen, dass es eines ungeheuren Kampfes teils der übergreifenden Grundformen unter einander, teils mit den Verhältnissen der materiellen Grundlage bedurft hat, um den vorhandenen Bestand auf der Erde herzustellen, wodurch uns dann der Gedanke nahe genug gelegt ist, dass es eben auch nur an dieser Stelle, die allein uns empirisch zugänglich ist, durch die richtige Combination der Grundkräfte dem gestaltenden Principe möglich gewesen ist, bis zu dem Grade, wie wir es sehen, in der Krystallbildung sich durchzusetzen. —

Bedenken wir dann drittens, dass der Raum nur einer ist und zwar dieser eine Raum nach den drei Dimensionen und können wir die Wirklichkeit der Krystallgestaltung auf ihre innere Beziehung zu diesem einen Raumbegriffe zurückführen, so ist für das reale naturwissenschaftliche Denken der Beweis vollständig erbracht, dass wir in der That die Krystallbildung auf unserer Erde als die höchste Stufe jenes Einheitsstrebens im Stoffe betrachten müssen, welches in der Verbindung der Atome zu den Molekülen und weiter in der Verbindung der Moleküle zu Weltkörpern oder Stoffcentren als die Grundlage der Gestaltung in der in der Bewegung begriffenen Atomenmasse sich kund gibt. Dass wir aber nun in der That im Stande sind, jene Forderung zu leisten, werden wir sehen, wenn wir erstens über die polyedrische Gestalt als ein wesentliches Merkmal der Krystallbildung im Allgemeinen uns Rechenschaft geben und dann zweitens das Princip dieser Gestaltung ins Auge fassen, wie es jetzt durch die Wissenschaft festgestellt ist. Was die polyedrische Gestalt im Allgemeinen angeht, so müssen wir erwägen, dass diese auf einer Brechung der absoluten Einheit durch ein in die Stoffgestaltung hineinwirkendes Zahlengesetz beruht. Denken wir uns die Stoffanhäufung unter der Herrschaft der absoluten Einheit, so erhalten wir die Gestalt der Kugel (oder des Ellipsoids, was hier aber nicht zu beachten ist) wie wir im Wassertropfen sehen; polyedrisch ist der Krystall nur dadurch, dass in der Zusammenhäufung der Moleküle zugleich mit der Beziehung zu einem Mittel-

punkte eine Ungleichmässigkeit in der Bildung der Oberfläche eintritt, welche als eine nicht zufällige und willkürliche, sondern nach der Zahl geordnete eben die polyedrische Gestalt erzeugt und dadurch ist der Krystall das, was er sein soll, eine individuelle stoffliche Raumausfüllung, ein stoffliches Individuum, welches durch seine regelmässige polyedrische Gestalt von der übrigen Stoffmasse als ein Einzelnes sich ausscheidet. Was die Bedeutung der Zahl angeht, so bemerke ich, dass diese hier rein als naturwissenschaftliches Beobachtungsobjekt ins Auge gefasst wird, ohne jede mystische Nebenbeziehung. Wer aber heute als Naturforscher auch der Reflexion auf die Bedeutung der Zahl glaubt sich überheben zu können oder zu müssen, weil mit derselben viel mystischer Unsinn und kindische Spielerei getrieben worden ist, der hat sich einfach seines Rechtes begeben.

Zu einem noch ganz anders befriedigenden Resultate aber gelangen wir, wenn wir nun die wissenschaftliche Krystalllehre genauer ins Auge fassen. Ich will das Ergebniss in der Weise zu entwickeln suchen, dass ich meine Gedanken durch die Kritik der von Naumann gegebenen Ausführung bemerklich mache. Durch meine Auffassung werde ich nämlich mit innerer Notwendigkeit darauf geführt, die Form des Würfels (Hexaeders) als die reine typische Krystallform aufzustellen, weil allein in dieser Form, die durch drei gleiche unter rechten Winkel sich schneidende Axen, sechs gleiche quadratische Flächen, die unter rechten Winkeln zusammenstehen, und acht je aus drei rechten Winkeln gebildete Ecken hergestellt wird, die Idee des Krystalles d. h. der individuellen stofflichen Raumausfüllung rein und klar ausgedrückt resp. die räumliche Projektion der Grundzahlen in der Stoffgestaltung rein und nett erreicht ist. Dass es sich dabei um die Grundzahlen und nur um die Grundzahlen handelt, so wie der Raum wesentlich eben auch nur dreidimensional ist, ergibt sich ja sehr einfach. Der eine Mittelpunkt der drei gleichen unter rechten Winkeln sich schneidenden Axen bildet ja das innerlich gestaltende Princip der Form; die je zwei einander gegenüber und in gleichem Abstande von einander liegenden gleichen Seiten, die nur quadratisch sein können, prägen die Körperlichkeit aus. Nun erkennt man die besondere Bedeutung dieser Form wohl unwillkürlich an, schon darin, dass das ganze reguläre System nach ihm benannt wird, und auch Naumann hebt das Hexaeder, Tatraeder, Oktaeder und eine Art des Dodekaeders als die Formen hervor, die dadurch ausgezeichnet sind, dass sie allein keine Variationen zulassen; aber als die typische die Grundidee der Krystallbildung ausprägende Form wagt man sie doch nicht zu bezeichnen und Naumann scheint sich weit von diesem Gedanken zu entfernen, indem er bei der Ableitung der übrigen tesseralen Formen nicht das Hexaeder, sondern das Tetraeder zu Grunde legt. Nun aber tritt hier der merkwürdige Umstand auf, dass der Tetraeder selbst ideal nur gewonnen werden kann durch Herleitung aus dem Oktaeder als hemiedrische Form; also ideal genommen keine selbständige Form ist, sondern in einer inneren Anziehung zum Oktaeder steht. Wenn man nämlich an einem Oktaeder je abwechselnd die eine der acht Flächen bis zum Verschwinden der andern vergrössert, so dass nur 6 Kanten und 4 Ecken übrig bleiben, so gewinnen wir die Form des Tetraeders als geneigtflächige semitesserale Form. Das Rhomkendodekaeder gehört auch noch zu den Grundformen des tesseralen Systems mit drei gleichen unter rechten Winkeln sich schneidender Axen, welche

wenigstens in einer seiner Arten keine Variation zulässt, aber es ergeben sich bei ihm durch die betreffende ideale Operation nicht blos geneigtflächige, sondern auch parallelflächige hemiedrische Formen, welche dadurch dem Hexaeder wieder ähnlicher werden. In diesen thatsächlichen Verhältnissen ist doch ein unverkennbarer innerer Zusammenhang niedergelegt, dessen sich die denkende Naturerfassung bemächtigen muss. Die schlechthin einfachste Form, das Tetraeder, welche sich desshalb auch rein formell genommen am besten zur Herleitung resp. zur Zerlegung aller anderen Formen eignet, muss freilich zu der 1 und der 3, in den drei Axen und den dreiseitigen Flächen, versteckt in der Vierzahl der Flächen auch die 2 zur Geltung bringen, aber als bestimmendes Moment tritt die Zweizahl erst in den Parallelflächen auf, was dann die dreimal zwei einander entsprechenden und gleichen quadratischen Flächen d. h. die Form des Hexaeders erzeugt. Und wie nun diese Form, indem sie in absoluter Weise die Idee der individuellen stofflichen Raumerfüllung nach den drei Dimensionen, die räumliche Projektion der Grundzahlen darstellt, — und das ist die ganze Bedeutung des Krystalls — weder ideal eine Hemiedrie zulässt, noch materiell eine Variation aufweist, so zeigt sie schliesslich das Verhältniss des inneren idealen formgestaltenden Momentes zu dem materiellen noch dadurch an, dass hier, wo eine Hemiedrie nicht denkbar ist, die Erscheinung der Verdoppelung, der Ineinanderschiebung zweier gleichartiger Individuen gleichwohl vorkommt und damit stimmt dann die weitere Thatsache, dass, so wie nun vom Oktaeder ab die Hemiedrie als ein gesetzliches und häufiges Vorkommen motivirt ist, die Verdopplung häufig in der Weise sich zeigt, dass zwei parallelflächig hemiedrische Formen sich in einander schieben, wie um die reine Grundform wieder darzustellen. Diese Auffassung des Hexaeders als der typischen Krystallform wird ihre weitere Verwertung in Betrachtung des Organischen finden. Hier haben wir noch zu zeigen, wie alle anderen Formen den Beweis für die gegebene Auffassung des Hexaeders vervollständigen. Es thun dies zunächst die übrigen dreiaxigen Formen in negativer Weise, indem sie von der tesseralen oder regelmässigen abweichen durch den Mangel des Zusammentreffens derjenigen Punkte, welche das regelmässige System constituiren. Das tetragonale System hat drei unter dem rechten Winkel sich schneidende Axen, von denen aber eine grösser ist als die beiden andern, beim rhomlischen sind alle drei unter rechten Winkel sich schneidende Axen ungleich, das monoklinische beruht auf drei gleichen Axen, von denen aber zwei unter schiefen Winkel sich schneiden und das triklinische endlich auf drei ungleichen und schiefwinklig sich schneidenden Axen. Wenn nun diesen unregelmässigen Formen gegenüber neben dem Hexaeder auch noch das Oktaeder Tetraeder und Dodekaeder die drei gleichen unter rechten Winkel sich schneidenden Axen haben, so drückt doch nur das Hexaeder dadurch, dass hier in der mindestmöglichen Zahl der quadratischen Flächen die Körperform bestimmt ist, die Idee der stofflichen Raumerfüllung ganz rein und vollständig aus und, wie die an sich einfachste Form, das Tetraeder, ideal als hemiedrische Form des Oktaeders gefasst werden kann, so ergibt sich im weiteren Verfolge der unregelmässigen Formen, der einen unveränderlichen Form des Hexaeders gegenüber, durch die Hemiedrie und die Combination der verschiedenen Systeme die grosse so schwer zu entwirrende Mannigfaltigkeit, die wir in der Krystallbildung sehen. Von

allen dreiaxigen Systemen unterscheidet sich nun das hexagonale System dadurch, dass seine Seiten Kanten und Ecken nicht auf drei, sondern auf vier Axen bezogen werden müssen, von denen drei gleiche in der Ebene unter dem Winkel von 60° sich schneiden, die vierte ungleiche aber auf ihnen senkrecht steht. Hiemit ist die ganze Wirklichkeit der Krystallbildung erschöpft und diese einzige Form, welches die Dreiaxigkeit überschreitet, nähert sich in der Weise wieder dem Hexaeder, dass ihre häufigste hemiedrische Form, das Rhomboeder, von demselben kaum zu unterscheiden ist. Sie scheint in ähnlicher Weise im Ganzen der Krystallbildung auf die ideale Form zurückzuweisen, wie in dem engsten Kreise des tesseralen Systemes das Rhombendodekaeder dem Hexaeder in gewisser Weise näher steht als das Oktaeder und Tetraeder. Auch dürfen wir ja darin eine Umgrenzung der Gestaltung erblicken, dass die Dreizahl der Axen, die das innere Gestaltungsprincip ausdrücken, eben nur in der Vierzahl überschritten wird, welche anderseits in den quadratischen Flächen die äussere Gestalt bedingt. Es knüpfen sich hieran zunächst noch einige weitere Reflexionen, die für die weitere Entwicklung von Bedeutung sind. Beim regelmässigen System, wo die Hauptaxen gleichartig sind, ist es daher gleichgültig, nach welcher Axe man den Krystall aufrecht stellt, so jedoch, dass nur bei dem Hexaeder, wo die Hauptaxen die Mittelpunkte je zweier parallelen Flächen verbinden, der sich selbst überlassene Krystall nach dem Gesetze der Schwere zur Ruhe kommt, indem die Falllinie mit der Axe zusammenstimmt; während beim Oktaeder, wo die Hauptaxen die Ecken verbinden und beim Dodekaeder, wo die Hauptaxen die tetregonalen Endpunkte verbinden, der Krystall nach der Richtung der Axe auf die Spitze zu stehen kommt. Bei den anderen Systemen tritt eine Axe als die Hauptaxe äusserlich hervor, was dann bei dem ganz unregelmässigen, dem triklinischen, wo drei ungleiche Axen unter schiefen Winkel sich schneiden, wieder dahin führt, dass es willkürlich ist, welche man als Hauptaxe ansehen will. Es mag erlaubt sein, darauf die Bemerkung zu gründen, dass die typische Krystallform desshalb zugleich auch die ideale ist, wenn man nämlich das Wort ideal auf seine wahre und ursprüngliche Bedeutung zurückführt, die dahin geht, dass ein Ding, das, was es seinem Zwecke nach sein soll, auch für die Anschauung darstellt. — Weiterhin liegt die Bemerkung nahe, dass, wie das tesserale System und zunächst das Hexaeder sich auf die Kugel und den Kreis, die anderen mehr oder weniger sich auf das Ellipsoid und die Ellipse beziehen, auch erst bei diesen und noch nicht bei jenem mit Recht von einem polaren Gegensatze die Rede sein kann, das Wort hier natürlich ganz in der allgemeinsten Bedeutung genommen, wie man es jetzt noch gewöhnlich zu nehmen pflegt. Und nun stossen wir hier noch auf die interessante Erscheinung der Hemimorphie, welche darin besteht, dass Individuen vom nicht tesseralen Systeme oft an den entgegengesetzten Enden der Hauptaxe durch Flächen von ganz verschiedenen Formen begränzt sind, eine Erscheinung, die offenbar zwischen der idealen Bedeutung der Hemiedrie und der materiellen der Verdopplung in der Mitte zu liegen scheint. Noch interessanter aber wird diese Erscheinung durch die weitere Thatsache, dass gerade diese hemimorphen Krystallformen es sind, welche durch Erwärmung polarelektrisch werden d. h. an den entgegengesetzten Enden die entgegengesetzten Elektrizitäten entwickeln. —

Ehe wir unser Augenmerk auf den grossen Zusammenhang richten, der sich hier der ahnenden Wissenschaft zwischen der Formgestaltung und der ursprünglichen Stoffverteilung in dem Gegensatze der Moleküle und der Atome aufthut, wollen wir mit Naumann der Frage nach dem Verständnisse dieses thatsächlichen Bestandes, der es der Wissenschaft so unendlich schwer gemacht hat, zu ihrem klaren und einfachen Resultate zu kommen, näher treten. «Man kann wohl behaupten», sagt Naumann Mineral. p. 57, «dass an keinem Krystalle jene ideale Regelmässigkeit der Gestaltung wirklich erreicht worden ist, auf deren Verwirklichung doch die Natur in jedem Krystalle hinarbeitete. Es ist sehr wichtig, sich mit jenen Unvollkommenheiten und dieser Unvollständigkeit der Ausbildung bekannt zu machen, um nicht an der Gesetzmässigkeit der Krystallformen überhaupt und an dem Werke krystallographischer Untersuchungen irre zu werden.» —

Mit der Unterscheidung der Unvollkommenheit und Unvollständigkeit deutet Naumann auf die doppelte Ursache dieser Erscheinung hin, auf das ideale Uebergreifen der Formen in einander einerseits und auf die Einwirkung der materiellen Bedingungen anderseits. Beide wirken aber so in einander, dass wir zwischen der reinen Durchbildung der Form eines Krystallindividuums als Hexaeder und den uns als amorph geltenden Körpern (Secchi bemerkt, dass neuerdings selbst im Glase krystallinische Fügung gefunden ist) keine Grenze mehr zu ziehen ist. Der typischen Form gegenüber kann man schon das Oktaeder mit seiner hemiedrischen Form im Tetraeder und das Dodekaeder mit seinen nicht mehr blos geneigtflächigen, sondern auch parallelflächigen hemiedrischen Formen als Abweichungen vom Ideale eines Krystalles betrachten und eine solche Betrachtung hat ihre Grundlage in der Natur, indem dieselbe Mineralspezies entweder nur holoedrisch oder nur hemiedrisch und weiterhin entweder nur geneigtflächig oder parallelflächig vorkommt, allein das Hexaeder aber noch keine Hemiedrie zulässt. Die Verdoppelung, das Ineinanderschieben zweier gleicher Formen und weiterhin das Uebergreifen der Formen in einander (dass z. B. die Ecken des Hexaeders durch die Flächen des Oktaeders abgestumpft erscheinen) beginnt aber schon bei dem Hexaeder und schreitet dann bis zu dem Grade vor, dass die Flächen gestreift drusig rauh scheinbar oder wirklich gekrümmt erscheinen, oder die entsprechenden Flächen haben ungleiche Centraldistanz oder sie sind unvollzählig oder der Raum ist nicht vollständig ausgefüllt; auch die Winkel können anormal sein, obwohl hier im Allgemeinen die grösste Beständigkeit herrscht; oder die Krystalle erlangen nicht die gehörige Ausdehnung; anderseits verwachsen sie mit einander und werden bis zur Unkennbarkeit in einander geschoben. So kommen wir zu den Aggregaten von Krystallen, den körnigen Gesteinen mit nur noch undeutlich zu erkennenden krystallinischen Gefüge und den amorphen Gesteinen, bei denen auch dieses vielleicht nicht mehr stattfindet. —

Wollten wir hier schon auf die Frage nach der Verständigung über diesen Thatbestand in der Natur eingehen, so würde ich die Thatsache als den Kampf ums Dasein schon in der Krystallwelt bezeichnen, vorausgesetzt, dass dieser Ausdruck, der jetzt zu einem unverständigen Modewort geworden ist, seine rechte Bedeutung wieder gewinnt, dass nämlich schon in dem ersten Schritte der individuellen Gestaltung in der Natur die Sache so liegt, dass ein ideales Moment, nämlich ein Zahlengesetz

in der Zusammenfügung der Stoffteile sich geltend macht, welches zwar deutlich erkennbar sich ausspricht, aber nur mit Not und im schweren Kampfe mit den materiellen Verhältnissen sich durchsetzt.

Richten wir jetzt noch unsern Blick auf die physischen Eigenschaften und Erscheinungen der Krystalle, so erinnern wir uns der Thatsache, dass die dimorphen Krystalle thermoelektrische Polarität zeigen. Dieser Erweis eines inneren Zusammenhanges der Krystallbildung mit den Grundverhältnissen der Stoffbewegung steht aber nicht isolirt, wie denn das Verhalten der Körper zur Schwere, zum Lichte, zur Wärme, zur Elektrizität und zum Magnetismus die Grundlage bildet für die dauernden physischen Eigenschaften und weiterhin der Einwirkung der Körper auf unsere Sinne, was wir als die physiologischen Eigenschaften bezeichnen können. In allem diesen weist die Krystallisation, also die Unterscheidung der krystallinischen Fügung von der amorphen, sei's dass diese unter dem Krystalle bleibt, oder als organische eine höhere Stufe bezeichnet und weiterhin die Unterscheidung der Krystalle nach den Systemen die deutlichsten inneren Beziehungen zu den Gesetzen der Stoffbewegung auf, deren wir uns in der Physik und Chemie bemächtigt haben. Dass sich hier der Erkenntniss die Aussicht eines ungeahnten Fortschrittes eröffnet, ist klar; ich will nur noch einige Thatsachen zusammenstellen, um zu zeigen, dass ich wenigstens die Lage zu würdigen weiss, wenn ich mich auch nicht vollständig des Gegenstandes bemächtigen kann. Eine der wesentlichsten physischen Eigenschaften der Mineralien ist die Spaltbarkeit, deren Richtung, wie Naumann zeigt, allerdings mit der Krystallform in Beziehung steht, aber nicht durch sie bedingt und bewirkt wird, sondern als eine Richtung in dem Minimum der Cohärenz bezeichnet ist, und also auf ein von der Krystallisation unabhängiges Gesetz der Stoffverteilung im Ganzen hinweist, wie denn auch Aggregate solche Spaltungsrichtungen zeigen. Nach Secchi (I p. 90) sind die Ausdehnungskalorien bei den Mineralien von der Krystallform abhängig. So hat man gefunden, dass für eine ziemliche Anzahl von Mineralien, deren Krystallform sich auf das rechtwinkliche Axensystem zurückführen lässt, die Ausdehnungskalorien der relativen Grösse proportional sind, während sich das Verhältniss für rhomboedrische Krystalle umkehrt und zwar sich bei diesen die Zahl der Kalorien um so grösser zeigt, je grösser der Unterschied der Ausdehnung nach den verschiedenen Axen ist. Im Allgemeinen brauchen krystallinische Körper eine grössere Anzahl Kalorien, als die Körper von amorpher Struktur und es zeigt sich in dieser Eigentümlichkeit eine merkwürdige Analogie damit, dass dieselben Stoffe im amorphen Zustande von der chemischen Reaktion viel leichter angegriffen werden als im krystallinischen und dass auch ihre Härte im letzten Falle viel bedeutender ist. In Betreff des Verhaltens der Krystalle zur Wärme sind, was die Ausdehnung der Krystalle durch die Wärme angeht, von Fizeou folgende Gesetze aufgestellt: 1. In den Krystallen des tesseralen Systemes ist die lineare Ausdehnung nach allen drei Axen gleich gross; 2. in den Krystallen des tetragonalen und hexagonalen Systemes ist die lineare Ausdehnung nach der Richtung der Hauptaxe verschieden von jener nach der Richtung der Nebenaxen, welche dagegen ihrerseits eine gleich grosse Ausdehnung erleiden; 3. in den Krystallen der übrigen Systeme ist die lineare Ausdehnung nach allen drei Axen ungleich. Und in Betreff der Wärmeleitung haben die Untersuchungen von Dehamel, Senarmont und andern das Resultat ergeben,

dass die Propagationsform der Wärmewellen (die Gestalt der isothermen Flächen) in den tesseralen Krystallen durch eine Kugelfläche, in den tetragonalen und hexagonalen durch ein Rotationsellipsoid dargestellt wird, dessen Axe mit der krystallographischen Hauptaxe zusammenfällt, während solche in den rhombischen monoklinischen und triklinischen Krystallen, (wie es scheint stets) durch ein dreiaxiges Ellipsoid bestimmt wird. — Nach den Versuchen, die Senarmont über die Leitungsfähigkeit der Krystalle angestellt hat, erscheinen die durch Erwärmung gebildeten Ellipsen (er legte dünne Wachsschichten auf Platten von Bergkrystall, von denen die eine parallel mit der Hauptaxe, die andere senkrecht zu ihr geschnitten war) auf den Flächen, welche parallel zur Hauptaxe geschnitten sind, bei den sogenannten optisch negativen Krystallen (Turmalin, Doppelspath), bei denen auch der ordinäre Strahl häufig absorbirt wird, in der Richtung der Hauptaxe verkürzt, dagegen verlängert bei den positiven Krystallen (Quarz, Eis), welche leichter den extraordinären Strahl absorbiren, so dass in der Regel diejenige Bewegung leichter absorbirt wird, welche in der Axe der geringeren Elastizität erfolgt. — Längst bekannt ist ferner die Thatsache, dass allein die Krystalle des tesseralen Systems die doppelte Strahlenbrechung des Lichtes nicht zeigen, welche bei den Krystallen der anderen Systeme stattfindet, womit dann die merkwürdigen Erscheinungen der Polarisation und der Farbenbildung in den durchfallenden Strahlen zusammenhängt. — Noch weiter und schon wie unmittelbar auf interessante organische Erscheinungen führt uns die von Fresnel entdeckte circulare Polarisation des Quarzes, welche in der eigentümlichen tetartoedrischen Ausbildung seiner Krystallform begründet ist, welcher zufolge die Quarzkrystalle als rechts und links gebildete, enantiomorphe Krystalle, zu unterscheiden sind. —

Die Kenntniss der festen Körper auf unserer Erde, wie sie sich im Kampfe des krystallgestaltenden Principes mit den Verhältnissen der stofflichen Grundlage im Gegensatze des Ponderablen und Imponderablen herausgebildet hat, bildet die Wissenschaft der Mineralogie, auf die weiter einzugehen, als es in dem späteren Abschnitte über die Geologie nötig ist, ausser meiner Aufgabe liegt. Nur im Vorbeigehen will ich mir zu bemerken erlauben, dass auch in diesem Punkte gegenwärtig ein principieller Gegensatz zwischen den Hauptvertretern der Wissenschaft sich einstellt. Rammelsberg scheint mit Recht gegen Naumann geltend zu machen, dass nicht die physischen Eigenschaften und Merkmale, sondern das formale Princip der krystallinischen Gestaltung den Hauptgesichtspunkt für die Unterscheidung und Feststellung der Arten bei den Mineralien und der Classifikation bilden müsse, aber er fasst nun das gestaltende Princip selbst als die erste der physischen Eigenschaften. Darin scheint sich mir schon die schiefe Richtung des Denkens auszusprechen, die unsere Naturwissenschaft beherrscht, indem das formale Princip im Gegensatze zum stofflichen nicht als ein über und ausser dem Stoff liegendes ideales gedacht, sondern in den Stoff und seine Bewegung hineingelegt wird. Fassen wir, wie wir gesehen haben, nach dem wirklichen Bestande der Erscheinung auf Erden schon die Krystallbildung als einen richtig, d. h. im idealen Sinne verstandenen Kampf ums Dasein, wonach aller Krystallbildung die nur im Hexaeder mit Not erreichte typische und in diesem Sinne ideale Form zu Grunde liegt, so werden wir im Stande sein, diesen principiellen wissenschaftlichen Streit zu lösen, wenn wir nur

nicht versäumen, den Begriff des idealen in seiner Anwendung richtig zu modifiziren. Ideal nenne ich die typische Krystallform nicht als ob die ganze erscheinende Stoffgestaltung in die Krystallisation aufgehen sollte, da ja gerade zum Begriffe des Krystalles als eines polyedrischen Stoffindividuums gehört, dass es eben nur um eine partielle Stoffindividuation sich handelt. Und dem entspricht der thatsächliche Befund, dass allerdings der rein ausgebildete Hexaeder ein nicht unbedeutendes Vorkommen hat (Beiglanz, Flussspath) und noch mehr sehr vielen gemischten Formen zu Grunde liegt, aber doch keineswegs die ganze Krystallgestaltung und noch weniger die ganze Mineralogie so überherrscht, dass wir aus diesem einen Principe die ganze Erscheinung herleiten und verstehen könnten. Vielmehr, wie die Wirklichkeit unserer Erde nicht aus dem einseitigen Concentrationsgesetze der Schwere, sondern aus dem ausgeglichenen Kampfe zwischen dem centripetalen und centrifugalen Principe (der den Molekülen gegenüber bewahrten ursprünglichen Bewegung der Atome) erfolgt, so erscheint in der Krystallbildung, deren idealer Gedanke als partielle individuelle stoffliche Raumausfüllung typisch und ideal das Hexaeder darstellt, die Wirklichkeit als das Ergebniss eines Kampfes zwischen dem formbildenden Princip und der Stoffverteilung im Ganzen, dessen Ergebniss erfahrungsmässig der Zustand auf unserer Erde ist. Die volle Lösung der Aufgabe der Mineralogie würde demnach die Erklärung des ganzen Bestandes der festen Körperwelt auf Erden — mit Ausnahme des Organischen — als ein Ergebniss dieses Kampfes zwischen dem formbildenden und dem materiellen Principe sein und wir sehen, dass diese Aufgabe an sich keine utopische ist, dass aber die volle Lösung dieser Aufgabe unendlich fern liegt. Nun aber tritt hier die andere an Bedeutung für uns absolut überwiegende Thatsache ein, dass ja diese erste Leistung des individuell gestaltenden Principes in der Krystallbildung, wie sie ideal in der typischen Form des Hexaeders zum notdürftigen Abschluss kommt, so auch nur die Vorstufe ist zu der lebendigen Stoffgestaltung im Organismus, mit der wir uns als denkende organische Individuen in einem solchen notwendigen Zusammenhange wissen, dass wir einerseits freilich auf den Krystall, als den Anfang der individuellen Gestaltung (jeder Krystall steht als ein in sich abgeschlossenes Individuum der übrigen Stoffmasse gegenüber und konnte sich nur durch eine vom Gesetze der Schwere emancipirte Kraft zu Stande kommen) hingewiesen sind, anderseits aber die Kluft zwischen dem Krystall als dem toten und der Zelle als dem lebendigen Individuum, welche desshalb die Grundlage des Organismus ist, überspringen müssen, da wir selbst als Organismus auf der Grundlage der Zelle stehen. Daher scheint hier die rechte Stelle zu sein, wo wir die Chemie nach ihrer wahren Bedeutung in das Ganze der Naturwissenschaft einfügen müssen. Mit der Krystallbildung steht die Chemie in keinem absolut wesentlichen Zusammenhange, weil weder alle chemischen Verbindungen feste Körper und also Krystalle bilden, noch alle Krystallbildung durch chemische Verbindung bedingt, ist. Die Zelle als Grundlage des Organismus ist aber thatsächlich nicht ohne chemische Verbindung und Lösung; daher können wir von Zelle und vom Organismus gar nicht reden und keinen Begriff davon gewinnen, ohne die Chemie nach ihrer wahren Bedeutung gewürdigt zu haben.

Das Gebiet der Chemie betreten wir mit dem Geständnisse, dass wir eine so klare Stellung für die Naturauffassung, wie bei der Krystallo-

graphie hier nicht zu gewinnen im Stande sind, dass wir aber zugleich den Nachweis liefern können, dass dies Verhältniss in der Sache selbst begründet ist und uns daher gleichwohl ein sicheres Urteil über den Wert und den Fortschritt der modernen Chemie und ihr Verhältniss zum Denken ermöglicht. Bei der Krystallographie sind wir uns bewusst geworden, im Hexaeder in der Natur selbst die typische und ideale Form des Krystalles, d. h. die Form, welche den Begriff des Krystalles als der Darstellung der individuellen stofflichen Raumausfüllung, der räumlichen Projektion der Grundzahlen, gefunden zu haben. Dass wir nun in der Chemie, als der Lehre von den Verbindungsgesetzen der ponderablen Stoffteile (Moleküle) in demselben formalen oder geistigen Grundprincipe, nämlich unter der Herrschaft eines Zahlengesetzes uns bewegen, das wird uns allerdings durch den ganzen Bestand dieser Wissenschaft vollständig klar, indem wir erstens auf eine beschränkte Anzahl von bisher unzerlegten Grundstoffen (die 63 Elemente) stossen, aus deren Verbindung unsere ganze Körperwelt entsteht und zwar so, dass der grösste Teil derselben nur einen ganz geringen quantitativen Beitrag zu derselben gibt und eine sehr beschränkte Anzahl die Hauptmasse constituirt, und zweitens diese Verbindung der Elemente unter einander nicht eine willkürliche und zufällige, sondern eine durch feste Zahlengesetze geregelte ist in der Weise, dass es sich zunächst immer nur um die einfachen Grundzahlen handelt und wo eine mehrfache Verbindung des einen Elementes mit einem andern zu Stande kommt, die Reihe immer als eine Vervielfältigung der einfachsten Verbindung sich erweist und eine Substitution des einen Elementes für ein anderes in der Verbindung wieder an seine Grundzahl gebunden ist. «Die Erkenntniss», sagt Hofmann, Einleitung in die moderne Chemie p. 171, «dass sich die Elemente bei der Bildung von Verbindungen nach gewissen durch den Versuch ermittelten Gewichten oder nach einfachen Multiplen dieser Gewichte mit einander vereinigen, ist in der That der Schlüssel, welcher uns das Verständniss der chemischen Erscheinungen im Allgemeinen erschliesst.» Nebenbei sei hier bemerkt, dass wir durch diese Definition der Chemie als der Lehre von den durch feste Zahlen geregelten Verbindungsgesetzen der ponderablen Elemente die ganz sichere Abgrenzung zwischen der Chemie und der Physik von der einen und zwischen der Chemie und der Mechanik von der anderen Seite erhalten, was noch keineswegs allgemein klar erkannt ist. «Wir waren daher», sagt Hofmann mit Rücksicht darauf, dass er zunächst nur je eine Grundverbindung ins Auge gefasst hatte, «innerhalb der Grenzen unserer damaligen Erfahrung, als wir die chemische Verbindung von der mechanischen Mischung in der Weise unterschieden, dass wir die Elemente in einem einzigen unveränderlichen Verhältnisse zusammentretend annahmen, während sie sich zur Bildung mechanischer Mischungen in mannigfachen Verhältnissen gesellen können. Angesichts der Erscheinungen mit denen wir soeben bekannt geworden sind, — es sind die 5 Verbindungen von je 2 Teilen Stickstoff mit 1, 2, 3, 4, 5 Teilen Stickstoff gemeint, — können wir diese Vorstellung offenbar nicht mehr gelten lassen. Wenn die fünf oben genannten Körper (Stickstoffoxidul Stickstoffoxyd salpetrige Säure Untersalpetersäure Salpetersäure) chemische Verbindungen und nicht mechanische Mischungen sind, so muss sich unsere frühere Auffassung der chemischen Verbindung in der Art umgestalten und erweitern, dass sie diese Körper mit einschliesst; dass diese Körper aber wahre chemische Verbindungen

sind, dafür besitzen wir unzweideutige Beweise, einmal in der Bestimmtheit und Unveränderlichkeit ihrer Zusammensetzung, dann aber auch in der wesentlichen Verschiedenheit ihrer Eigenschaften von den Eigenschaften ihrer elementaren Bestandteile.» Hofmann hält also offenbar jene Definition fest, aber ihren Grund in der Bedeutung des Zahlengesetzes scheint er nicht geltend zu machen. — Während also die Chemie von der Physik sich dadurch unterscheidet, dass sie es nur mit den Verbindungen der Moleküle, des Ponderablen, zu thun hat, ist sie über dem blos Mechanischen eben durch die festen Zahlen der Verbindung erhoben. Nicht aber können wir in der Chemie in ähnlicher Weise wie bei der Krystallographie im Hexaeder ein bestimmtes Grundverhältniss als Normalmaass der Verbindungen aus der Natur selbst entnehmen, sondern wir müssen uns bescheiden ein conventionelles gemeinschaftliches Maass anzusetzen, wobei wir auf den Begriff des Volumengewichtes d. h. auf die Bestimmung der Dichtigkeit des Stoffes in einem angenommenen bestimmten Raumumfang angewiesen sind. Man hat dabei verständiger Weise den Wasserstoff als das leichteste Gas zu Grunde gelegt und war unwillkürlich auf den Kubus (Hexaeder) als die normale Raumform angewiesen, so dass mit allgemeiner Uebereinstimmung nach dem französischen Metermaasse (ein Meter der 40,000,000 Teil des Meridians) das Gewicht eines Cubikdezimeters oder Liters Wasserstoff als die Maasseinheit für alle chemischen Bestimmungen angenommen ist. Versteht man hieraus, dass die Chemie eine exakt wissenschaftliche Grundlage erst da erhielt, als man lernte, die Gewichtsverhältnisse durch die Waage festzustellen, so werde ich nun zu beweisen suchen, dass der Fortschritt der neueren Chemie darauf beruht, dass man darauf angewiesen war, und dass es möglich war, die realen empirischen Verhältnisse der Constitution des (ponderablen) Stoffes in den Aggregatzuständen auf unserer Erde im Grossen und Ganzen dem chemischen Principe eines Zahlengesetzes einzuordnen oder unterzuordnen. Vorausgesetzt wird, dass die Stoffe sich überhaupt nur im gasförmigen Zustande vollkommen chemisch untersuchen lassen, nur sehr unvollkommen im flüssigen und gar nicht im festen, natürlich, weil keine mechanische Zerkleinerung eines festen Körpers bis auf die Moleküle gehen kann, die Chemie es aber nur mit der engsten Annäherung der Moleküle, in keiner Weise mit einer Wirkung in die Ferne zu thun hat. Nun hat sich ergeben, dass alle Gase, einfache wie zusammengesetzte, ein nahezu gleiches Verhalten in Betreff ihrer Ausdehnung durch die Wärme einhalten, oder dass die Moleküle der gasförmigen Körper gleich gross sind d. h. mit anderen Worten, dass durch den gasförmigen Zustand des Stoffes der Elemente, abgesehen von ihren sonstigen physischen Eigenschaften, eine feste Grenze in der molekularen Verbindung bezeichnet ist, auf die eben die Chemie angewiesen ist; und anderseits stossen wir, wie es permanente Gase gibt d. h. Stoffe die wir in der Natur unter gewöhnlichen Verhältnissen nur im gasförmigen Zustande finden, so schon im Kohlenstoffe und den ihm analogen Elementen, die wir noch nicht als Metalle betrachten, Phosphor Schwefel Bor Jod Selen und Silizium und weiterhin in allen Metallen auf Stoffe, die in der Natur als solche nur im festen Zustande vorkommen und zum Teil im gasförmigen Zustande noch gar nicht dargestellt werden können. Auf diesen Thatsachen beruht die Umwandlung des Begriffes des Volumengewichtes durch den Begriff des Verbindungsgewichtes und des Ersatzgewichtes und weiterhin die

Lehre von dem verschiedenen Werte der Atome in der molekularen Verbindung, welche die Grundlage der neueren Chemie bildet. Beim Volumengewicht hat man das Gewicht des Elementes nach dem Liter Wasserstoff als Einheit gemessen vor Augen und bestimmt auf dieser Grundlage die Verbindungsgesetze; beim Verbindungsgewicht hat man zugleich den Grad der Verdichtung mit berücksichtigt, die vorgehen muss, wenn doppelte dreifache Stoffmenge in denselben Raum zusammengepresst wird; die Atome, welche die Moleküle zusammensetzen, müssen einen andern Wert bekommen, wenn die Anzahl der Moleküle dieselbe bleibt; insofern aber in den Verbindungen die Substitution stattfindet, bekommen die Ersatzgewichte ihre besondere Bedeutung für die indirekte Bestimmung der Stoffe, welche direkt nicht in die chemische Untersuchung genommen werden können, weil sie sich gasförmig nicht darstellen lassen. Die einfachen Zahlengesetze aber, welche sich aus den Verbindungsgewichten für die Anordnung der Stoffe ergeben, haben dann offenbar für das Denken einen höheren Wert als die Volumengewichte, und wir empfinden den Fortschritt für's Denken, wenn wir die ganze Menge der chemischen Verbindungen (mit Beziehung auf die zu Grunde gelegte Einheit) als ein zwei, drei, vier bis fünfwertige bestimmen können. Der Begriff Atom bekommt dabei eine gewissermassen doppelt formale oder relative Bedeutung. «Wir dürfen jetzt», sagt Hofmann p. 179, «Verbindungsgewicht eines Elementes die in Krithen (Krith ist das Gewicht eines Liters Wasserstoff = 0,0898 Gramm) ausgedrückte kleinste Gewichtsmenge desselben nennen, welche in dem normalen Zweilitervolumen irgend einer seiner Verbindungen enthalten ist, die kleinste Gewichtsmenge, von der alle in dem Zweilitervolumen anderer Verbindungen enthaltenen Gewichtsmengen desselben Elementes Multipla sind.» Daraus ergeben sich Rechnungen wie die folgende: Es sei in 1 Liter Wasserstoff die unbekannte Anzahl $n$ Wasserstoff-Moleküle enthalten; offenbar müssen alsdann in 1 Liter Chlor gleichfalls $n$ Chlormoleküle, in zwei Liter Chlorwasserstoff aber zwei $n$ Chlorwasserstoffmoleküle vorhanden sein. Da nun jedes Chlorwasserstoffmolekül wenigstens 1 Atom Wasserstoff und 1 Atom Chlor enthalten muss, so sind in 2 $n$ Molekülen auch wenigstens 2 $n$ Wasserstoffatome und ebenfalls wenigstens 2 $n$ Chloratome vorhanden. Diese sind aber von $n$ Molekülen Wasserstoff und $n$ Molekülen Chlor geliefert worden. Es hat also jedes einzelne Wassermolekül wenigstens 2 Atome Wasserstoff, jedes einzelne Chlormolekül wenigstens 2 Atome Chlor zur Bildung des Chlorwasserstoffs beigesteuert d. h. mit anderen Worten: 1 Molekül Wasserstoff besteht aus 2 Atomen Wasserstoff, 1 Molekül Chlor aus 2 Atomen Chlor. Wir kommen auf diese Weise zu dem Schlusse, dass die Moleküle sowohl der Verbindungen als auch der Elemente Aggregate von Atomen sind. Ein Atom im Sinne des Verbindungsgewichtes bezeichnet also nur die Anzahl der gedachten Atome, mit der ein Element in eine Verbindung eintritt. Es würde sich hier die Wissenschaft in ein Spiel mit Namen und in einen logischen und mathematischen Nonsens auflösen, wenn man in dieser Fassung etwas anderes als eine dem Denken abgenötigte Formelsprache erkennen wollte, die aber als solche in wunderbarer Weise sich den wirklichen Verhältnissen angepasst hat. Wie diese ausgebildete chemische Formelsprache zur wirklichen Sprache oder zur Sprache als Ausdruck des Denkens im Allgemeinen sich verhält, ist die letzte und tiefste Frage, auf die hier nicht einzugehen

ist. Dass sie aber in der That eine das Denken auflösende Macht wird, sobald sie ihren rein formalen Charakter verleugnen wollte, dessen ist sich auch die Wissenschaft noch vollständig bewusst. «Aus der Betrachtung», sagt Hofmann p. 239, «welche uns die atomistische Constitution auch der Elementarmoleküle erschlossen hat, tritt uns der Unterschied zwischen Molekül und Atom in willkommener Schärfe entgegen. Wir haben das Molekül als das kleinste Massenteilchen definirt, welchem wir noch eine gesonderte selbständige Existenz beilegen. Es kann also von Molekularfragmenten nicht mehr die Rede sein, und wenn wir uns gleichwohl in die unvermeidliche Notwendigkeit versetzt sehen, das Molekül als ein Aggregat von Atomen zu betrachten, so ist eine solche Auffassung nur möglich, indem wir uns das Atom als jeder gesonderten Existenz unfähig denken. Das Atom hat für sich nur als Bestandteil des Moleküls eine Bedeutung, als Bestandteil, der sich aus dem Molekül loslösen kann, aber nur um in demselben Augenblicke wieder Bestandteil eines anderen Moleküls zu werden, der also im freien Zustande nicht denkbar ist.» Wir sehen, wollte man die Atome im realen Sinne nehmen, so ist das Denken in sich aufgelöst, sowie das Atom in der That nicht ist, wenn es nur im Uebergange von einem Molekül zum andern gedacht werden kann. Wir sind hier an dem Punkt, wo wir die oben bezeichnete Position des Stoffes an sich und des Denkens an sich im Gegensatze zum atomisirten Stoffe und dem an die Vorstellung gebundenen Denken ergreifen müssen, um überhaupt noch einen Boden unter den Füssen zu behalten. Eine reale Bedeutung bekommt aber der Begriff der verschiedenartigen, des ein, zwei, drei, vierwertigen Atomes, sobald wir darunter nur die verschiedenen Grade der atombindenden Kraft der Elemente verstehen. Wenn ich sage, ein Chloratom bindet ein Atom Wasserstoff, ein Sauerstoff Atom bindet 2, ein Stickstoff-Atom 3, ein Kohlenstoffatom 4 Atome Wasserstoff, so ist damit eine ganz reale Thatsache ausgedrückt, für welche wir mechanisch den Ausdruck 1 Atom hält 1, 2, 3, 4 anderen das Gleichgewicht, oder anthropomorphistisch den Ausdruck der Leistungsfähigkeit oder Arbeitsleistung, den die moderne Chemie an die Stelle des anderen anthropomorphistischen Ausdrucks der Verwandtschaft setzt, wählen kann, deren wirkliches Verständniss aber nur durch das Zahlengesetz uns aufgehen kann, indem wir erstens mit Secchi die Genesis der Moleküle aus der Verdichtung der realen Atome (wonach ein chemisches Atom 1, 2, 3 . . . oder auch 1, 2, 3 . . . Millionen realer Atome bedeuten kann) annehmen und zweitens hinter dem atomistischen Stoff die Realität des Stoffes an sich denken. Dann liegt nichts das vernünftige Denken Zerstörendes oder Ueberschreitendes in der Annahme, dass, indem der Stoff an sich durch das Princip der Bewegung in die quantitative Atomisirung einging, und die Atome nach dem Principe der Einheit in die ponderablen Moleküle sich sammelten, eben hierbei nach dem Zahlengesetze eine Differenzirung der Elemente eintrat, der die Chemie in ihrer neuesten Gestalt relativ nahe auf die Spur gekommen ist, ohne aber, wie wir sehen werden, die Lust oder das Bedürfniss zu empfinden, nun tiefer auf den Grund der Sache einzugehen. — Das soll nun auch hier nicht geschehen; und nur soweit sollen noch die Resultate der Chemie berührt werden, dass wir die spezielle Bedeutung der Chemie für den Organismus und eben damit auch den gegenwärtigen Stand der Chemie in ihrem Verhältnisse zur ganzen Naturwissenschaft richtig zu würdigen im Stande sind. —

Hofmann sagt p. 168; «Wir lassen uns durch die Erfahrung, dass nur wenige der gebildeten Verbindungen vergast werden können, nicht beirren, die fertigen Brom und Jodverbindungen durch Formeln darzustellen, welche denen der entsprechenden flüchtigen Chlorverbindungen analog gestaltet sind, indem wir es als erwiesen betrachten, dass die Fähigkeit, sich nach gewissen Gewichtsverhältnissen (den Verbindungsgewichten) oder nach Multiplen derselben zu vereinigen, eine allgemeine Eigenschaft der elementaren Materie sei, welche mit der Natur der gebildeten Verbindungen, ihrer Flüchtigkeit oder Feuerbeständigkeit, nichts zu schaffen hat.» Das ist richtig insoweit die Chemie nur das Ziel vor Augen hat, aus dem erfahrungsmässig gegebenen eine relativ gültige Formel zu gewinnen, mittels deren die Wissenschaft die vorhandenen Verbindungen auflösen und wiederherstellen, auch einigermassen neue herstellen kann. Aber es ist nicht richtig, dass wir von den im Grossen und Ganzen in der Existenz der Erde, wie sie ist, durch den Schöpfungsprozess hergestellten Aggregatzuständen in der Chemie schlechtweg absehen könnten, um das Verhältniss der Chemie zur Mineralogie einerseits und zum Organismus anderseits, welche darin ausgesprochen ist, dass erstens chemische Verbindung und Lösung für das Zustandekommen der Zelle, als Grundlage des Organismus, eine unerlässliche Bedingung ist, was bei der Krystallisation noch nicht der Fall war, und dass zweitens dem Organismus immer eine höhere chemische Verbindung zu Grunde liegt als der Krystallisation, klar zu erkennen. Fassen wir in diesem Sinne die Verhältnisse etwas näher ins Auge.

Es ist in der That nicht ein blosser Scherz, dass wir, indem wir die physikalischen Beziehungen der Elemente im Sinne der neueren Wissenschaft in's Auge fassen wollen, dabei doch wieder am füglichsten vom Wasser ausgehen, demjenigen Elemente im Sinne der Alten, aus dem alles andere hervorgegangen sein sollte. Wasser ist die Verbindung von 2 Teilen Wasserstoff mit 1 Teil Sauerstoff. Wasserstoff ist der leichteste Körper; Sauerstoff 16mal so schwer als Wasserstoff. In der Verbindung von 2 Lit. Wasserstoff mit 1 Lit. Sauerstoff zu 2 Lit. Wassergas, stellt sich das Grundverhältniss der erscheinenden Materie, der Gegensatz zwischen der räumlichen Ausdehnung und der nach Zahlen bestimmten Stoffverdichtung dar. Wir können das Wasser als den Urtypus der Verbindungen zweiartiger Elemente betrachten, welche überhaupt die Hauptreihe bilden. Wasser weist uns auch die innere Beziehung der chemischen Verbindung zu den physikalischen Kräften der Moleküle zu der Bewegung der Atome auf, indem bei der Zerlegung durch den elektrischen Strom der Wasserstoff an dem positiven, der Sauerstoff an den negativen Pol tritt; Wasser zeigt uns auch am lebendigsten den Uebergang der Aggregatzustände und zugleich, vermöge der inneren Constitution seiner Moleküle die das ganze organische Leben der Erde bedingende Eigenschaft, dass der höchste Punkt der Verdichtung nicht mit dem höchsten Grade der Wärmeentziehung zusammenfällt. — Eine Verbindung von Wasserstoff mit Sauerstoff wie 1 zu 1 gibt es nicht; diese Verbindung finden wir aber zwischen dem Wasserstoff und dem Chlor (Chlorwasserstoff oder Salzsäure: *H Cl*). dem schwersten aller Gase, einem Elemente, welches chemisch mit dem (flüssigen) Brom und dem (festen) Jod analog ist und als salzbildendes Element speziell den Metallen gegenüber die Rolle spielt, wie der Sauer-

stoff allen anderen Elementen gegenüber. Der Sauerstoff nämlich, der andere Bestandteil des Wassers, ist dasjenige Element, welches wie kein anderes mit allen anderen Elementen in Verbindung tritt, und durch seine Verbindung mit anderen Elementen den Gegensatz von Säure und Basen mit seiner Ausgleichung oder Neutralisation in den Salzen hervorruft, als das Hauptagens der lebendigen Stoffbewegung in unserer Naturerscheinung auf Erden. Fassen wir dann die beiden andern bei der Darstellung des Organischen neben dem Sauerstoff und dem Wasserstoff vorzüglich thätigen Grundstoffe, den Stickstoff und den Kohlenstoff, ins Auge, so finden wir hier den ausgesprochensten Gegensatz in Betreff des physischen (Aggregat) Zustandes. Den Stickstoff kennen wir einerseits nur im gasförmigen Zustande als das Hauptgemeng — nicht Bestandteil unserer Luft, der die Erde umgebenden Atmosphäre, anderseits nimmt er auch an dem Baue der festen Erdrinde so gut wie keinen Anteil, was doch bei den anderen genannten Gasen, Wasserstoff und Sauerstoff, in so grossem Maasse der Fall ist; umgekehrt finden wir den Kohlenstoff in der Natur (neben dem dass er als Gas einen Gemengtheil der Luft bildet) nur im festen Zustande krystallinisch als den Diamant und amorph als Graphit oder die schwarze Kohle und zwar so, dass die Ueberführung in den gasförmigen Zustand der Chemie nicht gelingt. Nun ist es aber gerade der Kohlenstoff, welcher als Grundlage der organischen Bildung zunächst mit dem Wasserstoff unter Mitwirkung weiterhin des Sauerstoffs, des Stickstoffs und anderer gleich zu nennender Stoffe eine so unerschöpfliche Reihe von Verbindungen eingeht, dass die neuere Chemie die früher sogenannte organische Chemie jetzt geradezu als die Chemie der Kohlenstoffverbindungen nicht blos bezeichnet, sondern auch behandelt, was, wie wir sehen werden, nicht ganz dasselbe sagen will.

Mit dem Kohlenstoffe stehen chemisch auf gleicher Stufe in Betreff der Verbindung mit dem Wasserstoff das Silizium, welches einen wesentlichen Beitrag zur Bildung der Erdrinde und auch noch beim Organismus liefert; mit dem Sauerstoff der Schwefel und das Selen, welche dem Wasser analoge Verbindungen sind ($H_2 O$, $H_2 S$, $H_2 Se$) mit dem Stickstoff der Phosphor und das Arsen ($H_3 N$, $H_3 \frac{P}{2}$, $H_3 \frac{As}{2}$), wobei zu bemerken, dass die erste Stickstoff-Wasserstoffverbindung, das Amoniak ($H_3 N$) den Stickstoff für die organischen Bildungen liefert und in Verbindung mit dem Sauerstoff die stärksten Säuren erzeugt, welche allein auch die edlen Metalle angreifen.

Wenn man diese erfahrungsmässigen Verhältnisse und ihre zum Teil schon hervorgehobenen Beziehungen zur Wärme, zur Schwere, zur Elektrizität und dem Magnetismus ins Auge fasst, so wird man wohl nicht leugnen können, dass das Material zur Durchführung einer Theorie des atomisirten Stoffes und seiner Bewegung auf Grundlage der Hypothese einer ursprünglichen Einheit des Stoffes und an der Hand eines leitenden Zahlengesetzes in reichem Maasse schon wirklich vorhanden ist und dass die ganze fortschreitende Wissenschaft auch hier auf ein Ziel der denkend-zusammenfassenden Auffassung hinarbeitet, welches durchaus nicht mehr als ein utopisches betrachtet werden darf. Vorläufig ist der Stand der Sache so, dass die Chemie durch die unendliche Mannigfaltigkeit der Verbindungen schon im Unorganischen und noch im unendlich höheren Maasse im Organischen sich wie in eine unermessliche Fluth von Spezial-

untersuchungen gestürzt hat, deren Resultate noch dazu zum grossen Teil von grosser praktischer Bedeutung sind, für die sie in der ausgebildeten chemischen Formelsprache eine wunderbare Handhabe hat; dass sie aber das Bedürfniss des zusammenfassenden Denkens gar nicht mehr zu empfinden scheint. Darin einzugreifen bin nun auch ich bei dem geringen Maasse meiner Kenntniss in diesem Gebiete nicht im Stande, wohl aber kann ich vollständig bündig den Irrweg erkennen und bezeichnen, auf den die Chemie gerathen ist, wenn sie sich nun durch die Mannigfaltigkeit und Bedeutung der Kohlenstoffverbindung im organischen Prozesse hat verleiten lassen oder dazu missbraucht wird, dem Begriff und Wesen des Organischen die chemische Thatsache der Kohlenstoffverbindungen zu substituiren. Wir sind daher an dieser Stelle darauf angewiesen, das Verhältniss der Chemie zur Mineralogie resp. zur Krystallographie und zum Organismus oder was chemisch dasselbe ist, zur Zelle noch etwas genauer ins Auge zu fassen. — Wir wissen schon, dass chemische Verbindung und Krystallbildung nicht notwendig zusammenfällt. Wasser ist eine chemische Verbindung, aber das Gesetz der Krystallbildung tritt erst ein, wenn dem Wasser die Wärme bis auf einen gewissen Grad entzogen. ist. So fällt auch die typische Krystallform des Hexaeders keineswegs mit einer bestimmten chemischen Verbindung zusammen und wir müssen es vorläufig als etwas zufälliges betrachten, dass dieselbe bei so verschiedenen Elementen wie Fluor, Bor und Blei vorkommt, wenn wir nicht schon in dem sonstigen merkwürdigen Verhalten des Fluors einen gewissen Fingerzeig erkennen wollen. Es gehört eben dahin, dass Körper von analoger chemischer Constitution gewöhnlich isomorph sind, d. h. beim Krystallisiren derselben Grundform angehören. Ein besonders interessantes Vorkommen ist es, dass gerade der Diamant (tetraedrisch-semitesseral krystallisirter Kohlenstoff) die einzige Krystallform mit krummen Flächen ist, so dass sich die Form der Grundform der Zelle nähert. Das alles sind Andeutungen, die einen Zusammenhang zwischen dem Individualisationsprincip, wie es in der Krystallbildung sich geltend macht und der chemischen Thätigkeit anzeigen, eine Tendenz auf ein Zusammengehen der chemischen Stoffbewegung mit dem Individualisationsprincipe verrathen; mehr freilich ist es noch nicht. Was wir aber mit grosser Sicherheit sagen können ist dieses, dass die anerkannte Thatsache, dass erstens der organische Prozess den chemischen unbedingt voraussetzt und dass zweitens die organische Bildung immer auf höheren als binären Verbindungen beruht, angesichts der in's Auge gefassten realen Verhältnisse eine ganz andere reale Bedeutung gewinnt, als man ihr gewöhnlich beilegt, und als namentlich die moderne Chemie erkannt hat, wenn sie von ihrem chemischen Standpunkte aus die Organismen einfach als Kohlenstoffverbindungen zu bezeichnen Miene macht. Wenn wir ins Auge fassen, dass die drei Hauptelemente, welche ausser dem Kohlenstoff die Grundlage der organischen Verbindung sind Sauerstoff Wasserstoff und Stickstoff permanente Gase sind und entweder als solche oder in ihrer nächsten Verbindung (Wasser und Ammoniak) in der luftförmigen und der wässrigen Umhüllung des erstarrten Erdkörpers vorhanden den Stoffvorrath für die organischen Bildungen abgeben, dass dagegen der Kohlenstoff selbst nur im festen Zustande in der Natur vorhanden ist, dass ferner die beiden Elemente, welche neben jenen vier am wesentlichsten an dem organischen Aufbaue sich beteiligen, der Schwefel und der Phosphor, in

dieser Art des Vorkommens in der Natur mit dem Kohlenstoffe gleich stehen, der Schwefel aber chemisch dem Sauerstoff (Wasser $H_2O$. Schwefelwasserstoff $H_2S$), der Phosphor chemisch dem Stickstoff, aber als einwertiges Element gleichsteht. (Ammonik $= H_3N$, Phosphorwasserstoff $= H_3 \frac{P}{2}$) so können wir soviel mit Sicherheit aus diesen Verhältnissen entnehmen, dass die Kohlenstoffverbindung, die materielle Grundlage der Zelle, als des organischen Elementes, eine solche Verbindung ist, welche den ganzen Umfang der Stofferscheinung, wie sie in den Aggregatzuständen und ihren physischen Bedingungen auf unserer Erde vor uns liegt, in ihren äussersten Gegensätzen umspannt und also überwindet. Wir können, um das äusserste Glied, die Metalle nicht zu übersehen, auch noch nicht blos die leichten Metalle, wie Calcium Natrium, Magnesium, sondern selbst das Eisen als einen wirksamen Bestandteil des organischen Aufbaues hinzufügen und erwähnen, dass das Silizium, welches ebenfalls merklich mitwirkt, chemisch dem Kohlenstoff analog ist (Kohlenwasserstoff $H_4C$, Siliziumwasserstoff $H_4Si$) und dass die drei sogenannten Salzbildner, deren quantitativ freilich nur sehr geringe Mitwirkung nicht zu übersehen ist und die, wie schon bemerkt dem Sauerstoff als salzbildende Elemente parallel stehen, in sich wieder eine Reihe nach den Aggregatzuständen zu bilden scheinen, indem das Jod gewöhnlich als fester, das Brom als flüssiger, das Chlor als gasförmiger Körper auftritt, während das vierte hierhin gehörende Element, das Fluor, eine besondere Stellung durch den scharfen Gegensatz des gasförmigen und des festen Zustandes nach dem tesseralen Systeme einzunehmen scheint. Mögen diese spezielleren Andeutungen in ihrem Werte immerhin dahingestellt sein bleiben, so viel ist aus dem Gesagten gewiss, dass die Naturwissenschaft den wirklichen in der Natur vorliegenden Bestand der Dinge denkend nicht erfasst hat, wenn sie diesen Zustand übersieht, dass das organische Element, die Zelle, eine den ganzen Gegensatz der atomistischen und molekularen Stofferscheinung umspannende und überwindende materielle Grundlage hat und dass daher diesem sichersten Resultate der chemischen Untersuchung eine ganz andere Bedeutung untersteht, als dass es beim organischen Element blos um eine höhere chemische Verbindung sich handelt. Indem ich hiemit auf den Boden des Organischen trete, bin ich mir bewusst, nicht den Resultaten, aber wohl den falschen Consequenzen der jetzt dominirenden Richtung auch auf dem Gebiete der Naturwissenschaft selbst in einer anderen Weise denkend gegenüber treten zu können, als es in dem nun hinter uns liegenden Teile der Arbeit der Fall war. —

## IV. Die Zelle als Grundlage des Organismus.

Konnten wir der Krystallographie noch eine von der Wissenschaft selbst dargebotene Definition des Krystalles zu Grunde legen, so spricht sich die mit dem Uebergange auf das Gebiet des Organischen ganz veränderte Stellung der denkenden oder idealen Naturauffassung zu der dominirenden empiristischen in der doppelten Thatsache aus, dass freilich die Erkenntniss und Anerkennung der Zelle als Grundlage des Organismus als ein unveräusserlicher Fortschritt der Wissenschaft feststeht, dass wir aber anderseits eine Definition der Zelle bis jetzt nicht gewonnen haben. So lange der für das wissenschaftliche Denken von Sokrates aufgestellte Grundsatz, dass der Begriff die Grundbedingung einer wahren Erkenntniss ist, ohne welchen Grundsatz festzuhalten es jedem begegnen kann, was Platon von den Sophisten sagt, dass er einen gelehrten Vortrag über den Esel hält, während er das Pferd meinte, wird man zugeben müssen, dass die Wissenschaft des Organischen, welche die Thatsache der Zelle als Grundlage des Organismus anerkennt, aber es zu einer Definition der Zelle noch nicht gebracht hat, in einem noch wesentlich unvollkommenen und verworrenen Zustande sich befindet. — Einen Ueberblick über den Stand der Sache mögen uns die folgenden Citate geben. Schmarda, Zoologie I. p. 37: «Eine Definition der Zelle ist bei dem heutigen Zustand unseres Wissens noch schwer durchführbar. Alte Vorstellungen von Makrokosmos und Mikrokosmos kultivirte Oken, der den Menschenleib als Aggregat von Infusorien (Bläschen) auffasste und leben in unseren Tagen wieder auf; die Zellen werden als selbständige Organismen (Plastiden, Bionten) angesehen, und auf der anderen Seite spricht man von Weltzellen und von ganzen Sonnensystemen als Weltinhalt. Die Zellen sind die organischen Elementargebilde (Elementarorganismen Brücke's und Milne Edwards). Es sind mikroskopisch kleine blasenartige Gebilde, die von einer äusseren festen Schicht, den Zellenmembren, umschlossen sind und im normalen Zustand einen flüssigen Inhalt, Zellinhalt, haben. In diesen zeigt sich ein etwas festerer Körper, der Zellkern (Nucleus), in dem sich durch die stärkere Lichtbrechung ein zwei oder mehrere kleinere Körperchen (Kernkörperchen (Nucleolus) unterscheiden lassen. Es gibt jedoch viele Elementargebilde, bei denen das eine oder andere der erwähnten Merkmale fehlt. Heute wird auf den Zellinhalt der grösste oder einzige Wert gelegt, während ihn Schwann geringer anschlug und die Zellmembren als das Wichtigste erklärte. — Man stellte sich anfänglich die Zellen als durchaus

gleich vor nicht nur in allen Organen, sondern auch in allen Organismen und verglich sie mit Bausteinen, aus denen die verschiedensten Gebilde aufgebaut werden. Die Zellen sind jedoch in ihrem Baue und ihrer Arbeitsleistung sehr verschieden, obgleich sie manche gemeinsame Charaktere besitzen. — Jede Zelle ist eine Combination von verschieden gearteten Teilen, die mit einander in steter Wechselwirkung stehen. Sie ist eine Werkstätte, gleichsam ein chemisch-physiologisches Laboratorium, in dem stets gewisse Prozesse, wie die Aufnahme, Umwandlung und Abgabe von Stoffen stattfinden.» — Wundt, Physiologie des Menschen p. 10: «Die Zergliederung der Organismen weist nach, dass in ihnen grössere Gruppen von Atomen, (Molekülen) sich vereinigt haben, um zusammengesetzte Elemente zu bilden. Diese zusammengesetzten Elemente, welche den Organismen ausschliesslich eigen sind, und welche mit bewaffnetem Auge stets wahrgenommen werden können, also die niemals sichtbaren Atome an Grösse jedenfalls weit übertreffen, sind die Zellen oder Elementarorganismen. — Wie wir uns die physikalischen Eigenschaften der Körper durch ihren Aufbau aus Atomen erklären, so gibt uns der Aufbau der Organismen aus Zellen Rechenschaft über deren physiologischen Eigenschaften.» Gegenbauer, Vergleichende Anatomie I. p. 14: «Die lebende Materie erscheint in ihrer einfachsten Form als eine eiweisshaltige, als Plasma oder Protoplasma bezeichnete Substanz, die mit unseren gegenwärtigen Hülfsmitteln sich als durchaus gleichartig darstellt. Diese Materie tritt in Gestalt kleiner Klümpchen auf. In solchem Zustande treffen wir die einfachsten Organismen. — Weiterhin tritt dann im Protaplasma ein scharf abgegrenztes festeres Gebilde auf, das man als Kern bezeichnet. Solche mit einem Kerne versehenen Protaplasma-Klümpchen nennt man Zellen.» — Sachs, Handbuch der Botanik p. 1: Die Substanz der Pflanze ist nicht homogen, sondern zusammengesetzt aus kleinen, dem unbewaffneten Auge meist nicht mehr unterscheidbaren Gebilden, deren jedes, wenigstens zeitweilig, ein in sich geschlossenes Ganze darstellt, in welchem von aussen nach innen feste weiche und flüssige Schichten von chemisch verschiedener Natur concentrisch zusammengeordnet sind. Diese Gebilde sind es, die als Zellen bezeichnet werden.» — Am sprechendsten mag der gegenwärtige Stand der Sache sich darstellen in der «Wertbestimmung der Zelle», die Strassburger seiner Schrift über Zellbildung vorausschickt: Den Ausgangspunkt dieser Wertbestimmung bilden für uns diejenigen Elementargebilde, welche in dem protoplasmatischen von einer Hautschicht umgrenzten Zellleibe auch noch einen Zellkern aufzuweisen haben. Alle solche Gebilde, die wir für homolog oder doch für histiologisch gleichwertig obigen Zellen halten, wollen wir als Zellen bezeichnen, ob sie nun alle die angeführten Bestandteile aufzuweisen haben, oder auch einige derselben entbehren. Wir werden also den Begriff der Zelle in seiner weitesten Ausdehnung brauchen, und begründen dies durch die Auffassung, dass der Wert der Zelle nicht auf einem ihrer Bestandteil, sondern auf ihrer histiologischen Individualität beruht.» Die Tendenz Häckels und seiner Schule, wie sie namentlich bei Jäger hervortritt, den Begriff der Individualität von der Zelle zu entfernen, führt auf den früheren unwissenschaftlichen Standpunkt eines organischen Stoffes zurück. Es gibt aber keinen besonderen organischen Stoff, sondern es liegt die Thatsache vor, dass aller Organismus auf Einheiten beruht, die sich aus den höchsten chemischen Verbindungen der Elemente gebildet haben.

Wenn wir diesen auffallenden Thatbestand über das Verhalten der modernen Naturwissenschaft zum Begriffe der Zelle überblicken, so werden wir bemerken, dass ein besonderer Umstand der Herausbildung einer klaren Definition entgegenwirkt, die Thatsache nämlich, dass die Zelle insoweit sie die Grundlage aller höheren organischen Entwicklung bildet, selbst schon als ein höher entwickeltes Individuum mit der Differenzirung einer Zellhaut und dem Zellkern erscheint, dass es aber neben der so entwickelten Zelle eine Stufe der in der Gestalt eines formlosen Protoplasma verharrenden Zelle gibt, bei welcher die Individualität weniger scharf ausgeprägt ist. Abgesehen von diesem besonderen Umstande, den wir später genauer ins Auge zu fassen haben, ist offenbar, dass die Elemente zu einer richtigen Definition der Zelle im gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Bewusstsein vorhanden sind und es nur darauf ankommt sie, um chemisch zu sprechen, in Contakt zu bringen, damit der Krystall, die Definition, anschliesse. Denn im Protoplasma, als der Kohlen-Wasser-Sauer-Stickstoff-Verbindung, welche in allen Fällen das Protoplasma ausmacht, ist die materielle Grundlage für die Definition der Zelle gegeben; die formelle aber liegt in dem Begriffe der Individualität, wonach das Protoplasma als ein individualisirtes Körperchen, die Zelle als Elementarorgan aller entwickelten Organismen, erscheint. Eben dieser thatsächliche Zusammenhang zwischen der materiellen und formellen Seite im Vorhandensein der Zelle ist es, den die Wissenschaft bis jetzt nicht klar in's Auge gefasst hat und der sie daher nicht zur Definition der Zelle hat kommen lassen. — Der Begriff der Zelle drückt die Thatsache aus, dass die höhere chemische Verbindung, welche das Protoplasma bildet, in der Natur als ein solches individuelles Körperchen vorhanden ist, welches als Individuum nicht wie der Krystall in der starren Form abschliesst, sondern den Lebens- d. h. den Bewegungsprozess in sich eine längere oder kürzere Zeit fortzusetzen fähig ist. Die Definition der Zelle ist also diese: Die Zelle ist das lebendige, der lebendigen Wechselwirkung mit dem übrigen Stoffe fähige, stoffliche Individuum, wobei ich nur noch einmal bemerke, dass ich unter Leben und Lebensprozess im naturwissenschaftlichen Sinne nichts anderes verstehe, als die Stoffbewegung und den Stoffwechsel; unter lebendiger Wechselwirkung also nur die Thatsache, dass die Zelle als Individuum dem übrigen Stoffe gegenüber in der Weise reagirt, dass sie nicht den nur zerstörenden Einwirkungen desselben unterliegt, sondern denselben mit seinen Kräften und Wirkungen in irgend einem Maasse in Dienst nimmt und für sich verwendet. Ich verwahre mich vor jeder mystischen Deutung des naturwissenschaftlichen Begriffes. So klar wie ich den Krystall verstehe als stoffliches Individuum vermöge der stofflichen Raumausfüllung nach dem formellen Prinzipe eines Zahlengesetzes, welches aber in dieser individuellen Gestaltung fest geworden verharrt und die Bewegung abschliesst, so klar verstehe ich die Zelle als ein ausgesondertes stoffliches Individuum, welches die Fähigkeit hat, den Bewegungsprozess in sich d. h. in seinem Umfange und in seiner Beziehung zum übrigen Stoffe fortzusetzen, und zwar ist mir mit dieser Definition sofort der richtige Anschluss der Thatsache der Zelle an die Thatsache der Krystallisation als eine fortschreitende Wirksamkeit des Individualisationsprincipes gegeben. — Wie wir demnach die materielle Grundlage der Zelle als eine höhere chemische Verbindung besser und vollständiger als es gewöhnlich geschieht,

zu verstehen haben, ist schon oben gesagt worden. Es ist darin nichts Vages und Unbestimmtes, sondern vermöge des Verhältnisses des Kohlenstoffes und weiterhin des Schwefels Phosphors Siliziums Calziums Eisens, als der festen Grundlage des Zellbaues, zu dem Wasserstoff Sauerstoff Stickstoff, Chlor und weiterhin des Wassers, des Ammoniaks und aller sauren und basischen Verbindungen, welche den Bewegungsprozess der Zelle constituiren, erscheint sie uns als eine den ganzen Gegensatz des atomisirten und differenzirten Stoffes Umspannendes, gewissermassen als der Contrapunkt jener Stoffzerlegung, die, wie ich es fasse, das sichtbare Weltganze gestaltet und in unseren irdischen Verhältnissen den Punkt erreicht, wo sie in der Zelle gewissermassen zur Sammlung in sich selbst zurückkehren soll, wobei ich, was das Gewissermassen, welches ich grundsätzlich in einer Definition nicht zulasse, angeht, bemerke, dass es hier nur der gangbaren Auffassung, welche die strenge Durchführung des formalen Principes noch so wenig versteht, zu Liebe zugelassen ist. Aus dieser Auffassung ergibt sich die Kleinheit, die räumlich genommen hinter dem Krystall zurückbleibende materielle Erscheinung der Zelle als Individuum; wir verstehen das, wenn wir sie als den Gegensatz der quantitativen Stoffzerstreuung erfasst haben. Eine ungeheuer grosse Zelle ist ebenso ein sich widersprechender Begriff, wie die chemische Verbindung nicht als eine Wirkung in die Ferne verstanden werden kann. Es ergibt sich endlich auch die wesentlich kugelige oder sphäroidische Grundform der Zelle, gerade so wie wir die polyedrische Gestalt des Krystalles aus seiner Bedeutung als seiner Idee nach partielle stoffliche Raumausfüllung verstanden haben. Die Zelle ist in ihrer Urform kugelig sphäroidisch wie das Weltganze, wie das Weltsystem, wie der Weltkörper, weil sie ideal das Gegenbild des Ganzen ist; wir können hinzusetzen wie der Wassertropfen, wenn wir im Auge behalten, dass das Wasser in seinen drei Aggregatzuständen wie ein typisches Bild des ganzen Gestaltungsprozesses dasteht. Wenden wir uns jetzt der anderen, der formalen Seite im Begriffe der Zelle zu, dass sie nämlich ein Individuum darstellt, als eine fortschreitende Wirkung des in dem atomisirten Stoffe sich geltend machenden Individualisationsprincipes, so verstehen wir unbedingt vollständig und klar die Erscheinung oder die Thatsache der Zelle in ihrer vollkommenen Form als eines von einer permeablen Haut, welche die Zelle zugleich gegen den übrigen Stoff als ein für sich bestehendes Ganze abschliesst und eine Communikation mit der Aussenwelt ermöglicht, umschlossenes Individuum, welches in seinem Innern neben dem flüssigen Inhalte, der eine Werkstätte der mannigfaltigsten chemischen Verbindungen und Lösungen darstellt, einen festen Kern, und in demselben noch wieder einen oder auch mehrere feste Punkte, das oder die Kernchen, trägt, wo wir dann in dieser dreifachen Concentration der Stoffannäherung in der Zelle, wenn wir einmal den Gegensatz der Zelle zum Ganzen der Stoffgestaltung zum Weltganzen erfasst haben, unschwer den Antitypus des dreifachen Schrittes erkennen werden, den wir in der Astronomie von unserer Erde zum Sonnensystem und zum Weltganzen thun mussten. Dass wir aber die Sache nicht so nur mathematisch-mechanisch denken, wie man es in der Astronomie gewohnt ist, davor warnt uns die genauere Beobachtung der Lebensvorgänge im Innern der Zelle und namentlich bei der Entstehung neuer Zellen, wobei wir bemerken, dass auch hier allerdings der Kern als Hauptfaktor erscheint, aber desshalb keineswegs schlechthin den lokalen

Mittelpunkt der Zelle bildet. Diese absolute Bedeutung der vollkommenen Zelle als Grundlage und Grundbegriff der ganzen organischen Entwicklung hat die in ihrem wunderbaren Resultate noch immer voranschreitende mikroskopische Beobachtung unumstösslich festgestellt. Wir müssen aber jetzt, ehe wir nach dieser Seite weiter gehen, unsern Blick auf den die Wissenschaft verwirrenden Umstand des Vorkommens der unvollkommenen Zellen richten, die als strukturlose und formlose Protaplasmaklümpchen einzeln oder in geringem Maasse auch zu mehreren, zu einem Haufen, sich verbindend die unterste Stufe der organischen Entwicklung darstellen und wie sie vorzüglich den Begriff der Zelle verwirrt haben, so seit Darwin, wenn man anders mit seinem Gedanken einen wirklichen Ernst machen will, die Hauptgrundlage der jetzt die Naturwissenschaft und die Physiologie beherrschenden Entwicklungstheorie oder Hypothese bilden. Nun steht aber die Sache so, dass erstens durch dieses Vorkommen der aufgestellte Begriff der Zelle nur in dem Falle alterirt würde, wenn diese unvollkommenen Zellen anders als individualisirt, wenn sie wirklich als ein Urschleim oder als ein gewissermassen organischer Grundstoff vorkämen, was aber entschieden nicht der Fall ist, so dass unsere Definition der Zelle als eines lebendigen stofflichen Individuums, (materiell bedingt durch die höhere chemische Verbindung) vollständig im Rechte bleibt und wir nur zwischen vollkommener und unvollkommener Zelle, zwischen Zellen, die typisch den Begriff der Zelle in ihrer Erscheinung ausdrücken, und solchen, die blos die materielle Grundlage der Zelle darstellen, unterscheiden müssen. Zweitens gibt es in der Natur durchaus keinen Uebergang, keine Entwicklung einer vollkommenen Zelle aus einer unvollkommenen, sondern diese Gebiete stehen so fest geschieden neben einander, wie etwa ein reguläres und ein irreguläres Krystallsystem, so dass die Entwicklungstheorie in dieser ihrer Grundlage auf einer unbegründeten Voraussetzung beruht. Umgekehrt kennen wir allerdings einen Uebergang der Zelle aus dem Zustande der vollkommenen Zelle, wenigstens insoweit dieser auf dem Vorhandensein des Kernes beruht, in den Stand der unvollkommenen Zelle durch die Auflösung des Zellkerns, in der Eizelle nämlich, welche sowohl im Thierreiche wie im Pflanzenreiche die erste Wirkung der Fruktifikation ist. Ferner haben wir die Thatsache zu beachten, dass es allerdings auch schon eine Stufe einzelliger Organismen mit vollkommener Zelle gibt, aber alle höhere Organisation auf Grundlage der vollkommenen Zelle beruht und in den höheren Organismen die unvollkommene Zelle ausser jener prägnanten Auflösung des Zellkernes in der Eizelle durch die Fruktifikation und zum Teil in den Blutkügelchen der Tiere nur als Krankheits- oder Rückschrittserscheinung (in den farblosen Blutkörperchen, Eiterkörperchen, amöboiden Bildungen seröser Exsudate, den Eiern der Spongien und anderen Tiere der untersten Stufe) vorkommt, ein Thatbestand, der zu ganz anderen Schlüssen berechtigt, als die Entwicklungshypothese macht. —

Bleibt also meine Definition der Zelle bestehen, so dürfen wir mit Recht die Zelle als das organische Atom bezeichnen, d. h. organisch kann ich auf keinen anderen letzten Begriff zurückgehen, als auf die Zelle; wenn ich die Zelle in ihre Bestandteile auflöse. so hebe ich den Organismus selbst zerstört. Es ist leicht zu verstehen, welche Bedeutung diese Bemerkung für die denkende Naturauffassung hat. Wir sind in unserem Denken an die Thatsache der Zelle gebunden und wir dürfen so wenig

einen willkürlichen Anfang unseres Denkens setzen, als wir im Stande sind, eine lebendige Zelle hervorzubringen, wobei ich voraussetze, dass die eifrigen Versuche der neuesten Wissenschaft so etwas, wie eine Zelle auf chemisch-mechanischem Wege zu Stande zu bringen, noch ebensowenig eine reale Bedeutung haben, wie die Darstellung solcher chemischen Verbindungen, welche wir in der Natur nur als Resultate des organischen Prozesses kennen, den Begriff der Zelle als Grundlage des Organismus beeinträchtigen kann. Ist die Zelle ihrem Begriffe nach das vom Schöpfer gewollte lebendige stoffliche Individuum, welches als solches zugleich das Resultat und der reagirende Contrapunkt der ganzen (atomisirten und differenzirten) Stofferscheinung bildet, so kann der Mensch durch Anwendung der erkannten Naturgesetze bis zu einem gewissen Punkte nachahmend die Momente der Zellbildung erreichen; eine Zelle darstellen könnte er nur, wenn er vollständig mit dem Schöpferwillen sich identifiziren könnte. — Hierin ist dann auch schon angedeutet, wie wir dem im Begriffe der Zelle über den Krystall hinaus fortschreitend sich geltend machenden Individualisationsprincipe im Stoffe, obwohl es für die Naturerscheinung als solche ebenso wie die Zahl nur eine formale Bedeutung hat, eine so ungeheure Kraft und Wirksamkeit abgewinnen können, ohne zu der falsch metaphysischen Auffassung, welche im Begriffe das Wesen sieht, oder auch zu der unverstanden mystischen, welche den Geist in die Natur verlegt, zurückzugreifen. — Vom Begriffe der Zelle schreiten wir nun zum Begriffe des vollständigen Organismus, als einer einheitlichen Zellverbindung, fort, indem wir die Frage, in wie weit die Einzelzelle als ein Organismus bezeichnet werden könne, wenn der Begriff des Organismus die Verbindung von Zellen voraussetzt, und die andere, was wir denn mit solchen Zellverbindungen anfangen sollen, welche noch nicht eigentlich eine Einheit, sondern nur etwa einen Haufen darstellen, bei Seite schieben. Die erstere ist eine rein scholastische Frage, weil das Wesen des Organischen in dem Begriffe des lebendigen stofflichen Individuums liegt, der schon in der Zelle erreicht ist und der daher in dem vollständigen Organismus als einer einheitlichen Zellverbindung nur in einer gesteigerten Weise dargestellt aber nicht alterirt wird. Der vollkommene Organismus ist nicht allein schlechthin durch die Zelle, als das organische Atom bedingt, sondern es sind auch die höchsten Lebenserscheinungen des vollkommensten Organismus, wenn auch in der ganz einfachen und verminderten Weise, selbst in den unvollkommenen Zellen realisirt. Unsere Erkenntniss und unser Begriff vom Organismus lehnt sich naturgemäss an die Erscheinungen des vollständigen Organismus; aber es ist eben die Aufgabe der Wissenschaft, durch die Erscheinung zu dem richtigen Begriffe durchzudringen, und da ist es die oberste Regel des richtigen Denkens, den Begriff nicht von der Quantität abhängig zu machen. So gut wie mir ein Weizenkorn begrifflich allen den Millionen Weizenkörnern gleichsteht, welche jetzt auf Erden sind, oder je auf Erden gewesen sind, so gut ist mir die einfache Reaktion, welche einer der sogenannten Protisten dem übrigen Stoffe gegenüber übt, wesentlich nicht etwas anderes als jene unendlich gesteigerte und vermannigfaltigte Reaktion, welche die höchst entwickelten Organismen zeigen. Es ist einleuchtend, welch' entscheidenden Einfluss diese Bemerkung auf die Auffassung der Naturerscheinungen im Organismus haben muss. Was den zweiten oben berührten Punkt angeht, so ist das Vorkommen von solchen Zellverbin-

dungen, denen wir kaum mit Recht eine Individualität beilegen können, ein Punkt, den wir später beim Aufbaue der organischen Systeme ins Auge fassen müssen, der aber vorläufig unsere Definition des Organismus als einer einheitlichen Zellverbindung eben so wenig stören kann, als das Vorkommen unvollkommener Zellen den Begriff der Zelle. Fassen wir nun diesen Begriff des Organismus als einheitlicher Zellenverbindung selbst ins Auge, so gewinnen wir nach demselben Principe, wonach wir den Begriff der Zelle und des Organismus als eine fortschreitende Wirkung desselben Individualisationsprincipes, welches im Krystalle seine erste in dem Resultate erstarrende Wirkung zeigt, erkannten, die feste begriffliche Unterscheidung und somit die klare Definition für die beiden grossen Stufen des Organismus in der Pflanze und im Tiere, und zwar in der Weise, dass wir nach der in der Natur selbst festgestellten Grundlage auf die Zelle als das organische Atom zurückgehen. Das Protaplasma als ideale Urzelle entwickelt sich nämlich in der Weise weiter, dass es entweder durch Ausscheidung des Stickstoffs in der Zellulose eine feste in gewissem Sinne erstarrende und aus dem Lebensprozess ausscheidende Haut aus sich erzeugt, wodurch dann erst die Zelle im vollen Sinne als ein Individuum erscheint, freilich nicht, wie wir sehen, ohne schon seine Lebendigkeit in etwas vermindert zu haben, oder dass dieses nicht der Fall ist, wo dann die Zelle in der Verbindung immerhin noch mit einer Haut umgeben, aber nicht mehr so klar und entschieden als ein Individuum dargestellt ist. Dieser Unterschied der mit einer aus Zellulose gebildeten Haut versehenen und nicht mit einer solchen Haut versehenen Zelle bildet die materielle Grundlage für die Unterscheidung des pflanzlichen und des tierischen Organismus. Die Pflanzen bestehen als ausgewachsene Organismen aus solchen Zellen, welche durch Ausscheidung des Stickstoffs eine aus Zellulose gebildete Haut um sich gebildet haben. Die Tiere bestehen im Grossen und Ganzen aus zellulosefreien Zellen. Wenn hier bei Feststellung der materiellen Grundlage in der begrifflichen Unterscheidung von Pflanze und Tier nur limitirt gesprochen werden kann, weil einerseits nicht allein auch alle Pflanzenzellen bei ihrer Neubildung ein zellulosefreies Protoplasma sind, sondern auch in der untersten Region in den Sporen der Algen namentlich und bei den Myxomyceten solche cellulosefreien Zellen einigermassen selbständig auftreten, und anderseits auch bei den Tieren auf gewissen Stufen und in gewissen Regionen auch bei den vollkommen tierischen Organismen Partien pflanzlicher Zellen auftreten, so haben wir nur zu beachten, dass mit der materiellen Grundlage die Grundlage der begrifflichen Unterscheidung nicht erschöpft ist, sondern dass wir nun erst das formale Moment, das Einheitsprincip, ins Auge fassen müssen. Und da zeigt sich eine Ausgleichung zwischen Pflanze und Tier in der Weise, dass in der Pflanze das Individualisationsprincip in der Darstellung der Zelle als des organischen Atomes, im Tiere hingegen in dem Individuum als Ganzen das vorherrschende ist. Bei der Pflanze ist die einzelne Zelle im Zellgewebe entschieden conservirt und mit Leichtigkeit zu erkennen; das Zellgewebe bildet entschieden die Grundlage des ganzen Organismus und die sich differenzirenden Organe oder Glieder, wenn man sie hier schon so nennen kann, unterscheiden sich im innern Bau nur wenig. Beim Tiere hingegen tritt die einzelne Zelle und das Zellgewebe als Ganzes ganz zurück, die Systeme differenziren sich in der schärfsten Weise, werden aber eben dadurch als die notwendigen und sich ergänzenden Teile des

Individuums in der Einheit des Ganzen auf einander bezogen. Und wie demnach im Tiere das im Organismus als dem lebendigen stofflichen Individuum über den toten Krystall hinaus gesteigerte Individualisationsprincip in der höchst gesteigerten Weise, mit Beziehung auf die Pflanze gesagt, in zweiter Potenz sich zeigt, so ist dadurch der Unterschied zwischen den Stufen schliesslich am deutlichsten und entschiedensten ausgesprochen, dass es wohl im Tiere, aber nicht in der Pflanze zu einem materiellen Organe für den Ausdruck der individuellen Einheit kommt, im Nervensysteme nämlich und seiner Concentration im Gehirne, wodurch die receptive und spontane Reaktion des lebendigen stofflichen Individuums, welche wir wesentlich schon in der Urzelle sehen, zur Wahrnehmung und zur (freien) Bewegung in dem Sinne, wie wir sie dem entwickelten Tiere beizulegen gewohnt sind, gesteigert wird. Hienach gewinnen wir nun eine feste und klare Definition und Unterscheidung für die Pflanze und für das Tier. Pflanze ist derjenige Organismus, oder diejenige einheitliche Zellverbindung, in welcher der Begriff der Einheit nur formell d. h. durch die Aneinanderfügung der Zellen zu einer bestimmten Form ausgedrückt ist; Tier ist derjenige Organismus oder diejenige einheitliche Zellverbindung, in der der Begriff der Einheit einen materiellen Ausdruck (durch das Nervensystem) bekommen hat- — Ob ich eine einfache Fadenalge, die nur aus einer nicht sehr zahlreichen Anzahl fadenförmig an einander gereihter Zellen besteht, oder eine Palme, eine Eiche, eine Sonnenblume nehme, wo Millionen von Zellen, zum Teil sehr modifizirter Zellen, zu dem Stamme, der Wurzel, den Blättern, den Blüten vereinigt sind, in dem einen wie im anderen Falle habe ich nur eine Verbindung von Zellen vor mir, die durch die verschiedene Form, worin sie verbunden und wonach sie mehr oder weniger modifizirt sind, die verschiedenen Pflanzenformen mir darstellen; über dieses hinaus ist hier nichts vorhanden. Wenn ich aber ein Pferd, einen Fisch, eine Schnecke bis zur Qualle und zum Seestern hinab betrachte, so finde ich in diesen freilich auch nur eine Verbindung von mehr oder weniger modifizirten Zellen und Zellverbindungen, denn ich habe eben nur Organismen vor mir, aber ich finde in allen diesen ein System von Zellen, welches die besondere Bestimmung hat, die Beziehungen der Teile des Organismus zu einander und des Ganzen als Individuums zu der übrigen Natur zu regeln und zu vertreten; darüber hinaus ist auch hier nichts vorhanden, so wenig wie bei der Pflanze. — Das ist ein fester und klarer Begriff von Pflanze und Tier, der das, was die durchgeführte Beobachtung uns bietet, richtig zusammenfasst und an dem keine Erscheinung uns irre zu machen braucht. Wenn auch in der Pflanze in den das Zellgewebe durchsetzenden Fibrovasalsträngen, in den saftführenden Gefässen und noch mehr in der das ganze Individuum continuirlich umgebenden Haut, welche aus eigens dazu geformten Zellen gebildet wird, Zellverbindungen auftreten, welche eine das ganze Individuum umspannende Bedeutung beanspruchen zu können scheinen, so kommt es doch zu der Ausscheidung einer den einheitlichen Charakter des Organismus eigens ausprägenden Zellverbindung in der Pflanze durchaus nicht; wir könnten in den saftführenden Gefässen vielleicht ein Analogon des Gefässsystems im Tiere sehen; vom Nervensystem ist in der Pflanze auch nicht einmal ein Analogon vorhanden. Und wenn wir anderseits an der untersten Grenze des Tierreichs entschieden tierische Organismen noch ohne gesondertes Nerven-

system finden, so braucht uns das in der gegebenen Definition des Tieres ebenso wenig zu beirren, wie bei dem Verhältnisse der unvollkommenen und vollkommenen Zelle. Wie die vollkommene Zelle von der unvollkommenen sich nicht dadurch unterscheidet, dass nicht in beiden der allgemeine Begriff der Zelle als eines lebendigen stofflichen Individuums ausgedrückt wäre, sondern nur dadurch, dass in der vollkommenen Zelle mit Haut und Zellkern dieser Begriff der Zelle auch formell ausgeprägt ist, in der unvollkommenen formlosen und kernlosen Zelle hingegen diese formelle Ausprägung des Begriffes fehlt, gerade so stehen jene unvollkommenen tierischen Organismen den, wir können sagen, wirklichen Tieren gegenüber, bei denen mit der beginnenden Differenzirung der Systeme und Organe sofort auch die Bildung eines Nervensystems eintritt. Wir werden durch dieses Verhältniss nur wieder erinnert an das schon oben Gesagte, dass das, was den Organismus in der Erscheinung von der übrigen Natur unterscheidet, die passive und aktive Reaktionsfähigkeit gegen den übrigen Stoff, sofort schon, wenn auch im mindesten Maasse in die Zelle als das organische Atom oder Element hineingelegt ist und dass wir im Nervensystem des höchst entwickelten Tieres nur die durch die complizirteste Zusammensetzung der differenzirten Systeme und Organe hindurch conservirte Wirkung und Erscheinung des schon den Begriff der unvollkommenen Zelle bedingenden Individualisationsprinzipes erblicken. — Dass wir bei den einzelligen tierischen Organismen, wo noch von keiner Differenzirung der Organe, also auch von keiner Ausscheidung einer Nervensubstanz, die Rede ist, eine andere materielle Grundlage oder anders modifizirte chemische Mischung voraussetzen müssen, als bei den noch blos aus einem Protoplasma bestehenden Pflanzenzellen, ist ohne Zweifel richtig. Aber wenn das wissenschaftlich noch nicht constatirt werden kann, so ist das durchaus kein Hinderniss der richtigen Definition. Zur Not reicht ja schon der Hinweis auf die isomeren chemischen Mischungen hin, über die sich auch die Wissenschaft keine Rechenschaft geben kann, so klar die Thatsache vorliegt, dass dieselbe chemische Mischung ganz verschiedene physikalische Eigenschaften zeigt. Es kann das jetzt die Wissenschaft beherrschende Geständniss, dass ihr keine Unterscheidung der Pflanze und des Tieres mehr möglich sei, auch nicht etwa, wie jetzt versucht wird, durch die Chlorophyllbildung als absolut durchschlagendes Merkmal der Pflanze beseitigt werden. Denn sicher ist, dass ein grosser Teil der Pflanzen kein Chlorophyll bildet und schwerlich werden alle Fälle von Chlorophyllbildung bei tierischen Organismen z. B. nicht die bei der den Würmern angehörende Gattung Vortex, auf Parasitismus zurückgeführt werden können. Jener Zustand der Wissenschaft, der einem Manne von gesundem Menschenverstand doch sehr sonderbar vorkommen muss, hat seinen tieferen Grund darin, dass man das formale Moment im Denken nicht richtig mit dem materiellen zu verbinden weiss. Wenn wir bei einigen unvollkommenen Organismen an der Grenze von Pflanzenreich und Tierreich mit den Mitteln empirischen Untersuchung nicht unterscheiden können, ob sie dem einen oder andern angehören, so folgt daraus eben nur das Unvermögen in diesen Fällen, nicht aber, dass ich überhaupt nicht mehr den Unterschied von Pflanze und Tier im Denken richtig bestimmen könne. — Es knüpft sich an dieses Verhältniss die die ganze Stellung von Pflanze und Tier in der Natur betreffende Bemerkung, dass, wenn jede Zelle ursprünglich als Protoplasma

schon die passive und aktive Reaktionsfähigkeit besitzt, welche wir als ihre Lebenserscheinung bezeichnen; wenn aber die pflanzliche Zelle durch die Zellulosebildung bis zu einem gewissen Grade diese Lebendigkeit verliert, während sie im Tiere im Nervensystem in der höchst gesteigerten Weise wiederkehrt, dass wir dann erstens in den Stufen der organischen Entwicklung einen sich abschliessenden Kreislauf sehen, indem wir im Tiere das in der höchst entwickelten und gesteigerten Weise wieder erreicht sehen, was in der Urform der Zelle (als Protoplasma) angelegt war, die Pflanze aber, indem sie vermöge der Zellulosebildung bis zu einem gewissen Grade aus der Lebendigkeit ausscheidet, als eine der ursprünglichen Idee der Zelle und dem tierischen Organismus zwischengeworfene Stufe erscheint; dass wir dann aber zweitens durch eben diese Auffassung eine Beziehung und einen Stufengang in der Wirkung des Individualisationsprinzipes im Stoffe, welche unsere Naturerscheinung gestaltet, vom Krystalle zu der Pflanze und dem Tiere gewinnen, indem so offenbar die Pflanze dem Krystall näher steht, da in ihr ja die Einheit nur in der Form liegt, nur nicht in geformter Verbindung der Stoffmoleküle, wie beim Krystall, sondern in der geformten Verbindung der Zellen, als der organischen Atome, während im Tiere der materielle Ausdruck für die Einheit der Verbindung und dadurch das vollkommene lebendige Natur-Individuum erreicht ist. Es stimmt dann damit, dass erstens die Pflanzenzelle mit der Zellulosebildung das eine Grundelement, den Stickstoff, ausscheidet, und dass sie zweitens sehr gewöhnlich krystallinische Form annimmt. Welche Bedeutung diese Bemerkung für die ganze Entwicklung der organischen Systeme hat, werden wir später sehen; hier kann sie uns aber schon dazu dienen, die Stellung zu gewinnen, die wir für die die Erscheinung denkend erfassende Naturbetrachtung der jetzt herrschenden oder um die Herrschaft ringenden Naturwissenschaft gegenüber in Betreff des Organischen in Anspruch nehmen, welche ohne eine klare Definition der Zelle, der Pflanze und des Tieres gewonnen zu haben, sich beobachtend und die Beobachtung mit unermüdlichem Fleisse nach allen Seiten bis ins einzelnste durchsetzend in das unermessliche Meer der individuellen Erscheinung gestürzt und seit Darwin in dem sogenannten Entwicklungsprincip einen vermeintlichen Ersatz für die denkende Erfassung gefunden hat, der nun, weil ja auch der Mensch nur als organisches Wesen denkt, das Denken und das denkende Bewusstsein des Menschen selbst und also die ganze Wahrheit dessen, was der Mensch nur als denkendes Wesen in seinem Bewusstsein haben kann, in Anspruch nimmt resp. in Frage stellt. Damit habe ich es nun hier an und für sich überhaupt nicht zu thun, weil ich nur die naturwissenschaftliche Beobachtung und nicht den Menschen zu meinem Gegenstande habe; aber eben auf diesem meinem eigentlichen Gebiete stehen wir hier an einem entscheidenden Punkte. Bekanntlich hat Häckel es versucht, aus dem Vorkommen der unvollkommenen Organismen in dem selbständigen Auftreten der Protoplasmazellen, sei's einzeln, sei's in Haufen, ein eigenes Reich der Protisten zu constituiren im Gegensatze zu den Pflanzen und Tieren, welches ihm dann die gegebene Grundlage der an die Stelle des Schöpfungsgedankens gesetzten Entwicklungstheorie bilden muss, obwohl thatsächlich der Uebergang von einem sogenannten Protisten zu einer höheren Entwicklungsform, wie wir schon gesehen haben, nicht vorhanden ist und die wirkliche Beobachtung auf ganz etwas anderes hinweist. Aber abgesehen davon,

ist zuerst noch zu fragen, ob ein solches Reich der Protisten mit Grund aufgestellt werden könne. Es ist aber entschieden nicht mehr der Fall; die unvollkommensten Organismen sind entweder dem Tierreiche oder dem Pflanzenreiche zuzuweisen, und wenn eine solche Entscheidung bei einigen noch nicht getroffen werden kann, so darf aus der noch mangelnden sicheren Beobachtung ein solcher Schluss nicht gezogen werden, wie Häckel es versucht hat. Das ist jetzt anerkannt. Wir können aber aus diesem Thatbestande wichtige Consequenzen für das richtige Vorgehen des Denkens in Auffassung der Naturerscheinung entnehmen, welche den Begriff der idealen Auffassung genauer präzisiren. Der Begriff der Zelle als der lebendigen einheitlichen Stoffverbindung bleibt bestehen, wenn er auch nicht in der Weise, wie Häckel es wollte, in einem eigenen Reiche realisirt ist, aus dem dann durch stoffliche Umwandlung das ganze Pflanzen- und Tierreich sich entwickelt hätte. Die Idee der Zelle, als der einheitlichen lebendigen Stoffverbindung und somit die Idee des Organismus, als der einheitlichen Zellverbindung, ist in den lebendigen Protoplasmaklümpchen, in der unvollkommenen Urzelle, angedeutet und enthalten, wenn diese auch nicht in einem eigenen Reiche besteht, sondern nur in der Spaltung nach den beiden Stufen des Pflanzenreiches und des Tierreiches sich wirklich vollzieht; es ist ein ungesetzliches Beginnen, aus der vorausgesetzten Stufe der unvollkommenen Urzelle, die in der Wirklichkeit nur als eine unterste Stufe, sei's im Pflanzenreiche, sei's im Tierreiche, realisirt ist und innerhalb derselben als eine ideal rückschreitende Entwicklung in der Thatsache, dass sowohl bei Pflanzen als bei Tieren die erste Wirkung der Fruktifikation die Desorganisation der Einzelzelle, die Umwandlung derselben durch die Auflösung des Kernes aus einer vollkommenen zu einer unvollkommenen Zelle, deutlich angezeigt ist, die ganze weitere Entwicklung, die in allen ihren Stufen dieselbe feste Abgrenzung aufweist, wie die unvollkommene Zelle der vollkommenen gegenüber, materiell abzuleiten; aber es ist begründet und wahr, dass wenn auch in dem letzten Atom des ideal als rückschreitend gedachten Organismus noch der Begriff des Ganzen, des Organismus, ausgedrückt ist, eine Idee, ein leitender Gedanke, die ganze Entwicklung beherrscht, dessen Eruirung die Aufgabe der idealen Auffassung, des wahren Verständnisses der Erscheinung, ist und dass dieser idealen Auffassung die empiristische so gegenübersteht, dass wohl diese auf jene, nicht aber jene auf diese zurückgeführt werden kann. Die ideale denkende Auffassung erscheint als das umfassendere, welches den ganzen Thatbestand der empiristischen in sich aufnimmt, während diese das Manko im Denken durch Voraussetzungen und Annahmen, die das Wesen der Naturwissenschaft als Beobachtung alteriren, zu ersetzen sucht. Ich kann es der ganzen jetzt herrschenden empiristischen Auffassung gegenüber, welche den Darwinismus begründet, wiederholen, was ich den Materialismus eines Vogt gegenüber früher gesagt habe, dass sie im Vergleich zu der idealen Auffassung als ein zu knapp zugeschnittener Rock erscheint, der, wenn er angezogen wird, nach allen Seiten reisst. Man muss es einmal klar im Denken erfasst haben, dass die jetzt als natürlich geltende Methode, das System von unten auf, von den unvollkommenen Zellen aus, aufzubauen, wenn sie mehr als eine Methode sein soll, rein hypothetisch ist, so gut wie die ideale, der es näher liegt, von dem auszugehen, worin sich die Idee vollkommener ausgeprägt hat. Als Methoden, formal genommen, sind diese beiden verschiedenen Wege

gleich berechtigt und die Anwendung der einen oder der anderen hängt lediglich von dem besonderen Zwecke der Darstellung ab. Die ideale Auffassung sagt nur, dass eine Idee, ein vor und über der Erscheinung stehender Gedanke, die ganze Entwicklung der Pflanze und des Tieres, die ganze Wirksamkeit des Individualisationsprincipes im Stoffe vom Krystall an bis zum Menschenleib, beherrscht und wenn ich, um dieses der jetzt geltenden Anschauung gegenüber evident zu beweisen, im Ganzen lieber von den klar entwickelten und differenzirten Formen ausgehe als von dem indifferenten, so werde ich mich wohl hüten, in den Fehler der darwinischen Epoche zu verfallen, welche aus dem subjektiven Rechte der analytischen Methode nicht das ebenfalls subjektive Recht der synthetischen Methode, sondern das objektive Recht eines realen Aufbaues der Natur hernimmt.

Die augenblickliche Lage der Naturwissenschaft ist für die ideale Auffassung, die ich durchführen will, durchaus nicht eine aussichtslose, in Betreff des Organischen noch viel weniger, als wir uns einigermaassen schon in Betreff der Gestaltung im Grossen überzeugt haben können. In dem sogenannten Darwinismus hat freilich die Wissenschaft einen Anlauf genommen, den Materialismus als das Resultat der exakten Naturwissenschaft zu constituiren, denn thatsächlich materialistisch ist jede Auffassung, welche nicht fest und klar auf die Grundlage der christlichen Schöpfungslehre (die wohlgemerkt nicht identisch ist mit dem biblischen Schöpfungsbericht) sich stellt, wobei ich hier zwischen latentem und ausgesprochenem Materialismus nicht unterscheide. Aber der in diesem Sinne verstandene Darwinismus, den man besser Häckeldismus nennen würde, ist, so blendend er für die Menge aufgetreten ist und noch auftritt, von der ernsten Wissenschaft nicht anerkannt, sondern als ein verfrühter Versuch vorläufig bei Seite gelegt. Dagegen hat fast auf allen Gebieten der eigentliche Grundgedanke Darwins, die Gestaltung, wie sie ist, aus der blossen Bewegung im Stoffe zu erklären, den Entwicklungsgedanken an die Stelle des Schöpfungsgedankens treten zu lassen, festen Fuss gefasst und hier ist der Punkt, wo die ideale Auffassung eingreifen muss, wenn sie als ein berechtigter Faktor in der Wissenschaft sich bewähren soll. Jene Wendung ist aber dadurch überaus nahe gelegt, weil die exakte Naturwissenschaft, indem sie zwischen dem Darwinismus in seinem noch naturwissenschaftlichen und beachtenswerten und in seinem überschlagenden philosophischen Sinne schwankt, in eine unhaltbare und widerspruchsvolle Stellung geräth, aus der sie nur durch die ideale Auffassung, die den Begriff logisch, als eine unerlässliche Operation des menschlichen Denkens, aber auch nur logisch in der Naturwissenschaft als solcher geltend macht, errettet werden kann. Ich will, ehe ich mir in diesem Abschnitte zunächst den Weg zur Durchführung dieser meiner Auffassung bahne, die gegebene Auffassung der Lage durch einige Zeugnisse erhärten. Wie die Wissenschaft, welche eine Definition der Zelle und demgemäss des Organismus und der organischen Reiche notorisch nicht gewonnen hat, zu jener Frage sich stellt, lässt sich leicht errathen; sie tendirt mit der ganzen Inbrunst ihrer in der Erscheinung hängenden Forschung nach der Constatirung der rein mechanischen Auffassung, der sie aber dennoch, weil sie nicht, wenigstens insoweit sie noch Wissenschaft ist, die Wahrheit verleugnen will, nicht ganz sich hingeben kann. — Den Stand der Sache kann uns vollständig Sachs, der als denkender Naturforscher vorzüglich der Pflege

dieser Richtung in der Botanik sich angenommen hat, in den folgenden Worten seines Handbuches der Botanik p. 638 vertreten: «Das Wachstum durch Intussusception ist also nicht nur mit einer beständigen Störung des molekularen Gleichgewichtes, sondern auch mit chemischen Prozessen im Innern des wachsenden Gebildes verbunden. Zwischen den Molekülen des organisirten Körpers treffen chemische Verbindungen der verschiedensten Art zusammen und wirken zersetzend auf einander ein. Es ist gewiss, dass alles Wachstum nur so lange stattfindet, als die wachsenden Zellteile von atmosphärischer Luft durchtränkt sind, der Sauerstoff der letzteren wirkt oxydirend auf die Gebilde innerhalb der organischen Gebilde ein, es wird bei jedem Wachstum Kohlensäure gebildet und ausgeschieden; auch hiedurch wird das Gleichgewicht der chemischen Kräfte beständig gestört; es wird notwendig Wärme erzeugt, aber auch elektrische Wirkungen mögen sich dabei geltend machen. Die Bewegungen der Atome und Moleküle innerhalb eines wachsenden organisirten Körpers repräsentiren eine bestimmte Arbeitsgrösse, zu welcher die Kräfte durch chemische Veränderungen frei gemacht werden. Gerade darin liegt nun das Wesen der Organisation und des Lebens, dass die organisirten Gebilde einer beständigen inneren Veränderung fähig sind, dass so lange sie sich mit Wasser und sauerstoffhaltiger Luft in Berührung befinden, in ihrem Innern selbst nur ein Teil der Kräfte ins Gleichgewicht kommt und so die Form des Ganzen das Gerüste bildet, während zwischen den Molekülen und in diesen selbst durch chemische Veränderungen immer wieder Kräfte frei werden, welche weitere Veränderungen bewirken. Es beruht das wesentlich auf dem eigentümlichen Molekularbau, der es erlaubt, dass an jedem Punkte des Innern gelöste und gasförmige (absorbirte) Stoffe von aussen her eindringen und wieder nach aussen geschafft werden können. . . . . Die wunderbaren Eigenschaften des Protoplasma, welche wir schon in der Zellenlehre von verschiedenen Seiten kennen lernten, gipfeln in seiner spontanen autonomen Beweglichkeit, in der Fähigkeit verschiedene Formen anzunehmen, seine Umrisse und seine inneren Zustände zu verändern, also auch innere Kräfte zur Wirkung zu bringen, ohne dass entsprechende Anstösse von aussen her beobachtet werden. Eine bis ins einzelne gehende Erklärung dieser merkwürdigen Thatsache ist gegenwärtig unmöglich; sie wird aber wenigstens im Allgemeinen einigermassen begreiflich, wenn man überlegt, dass im Protoplasma sowohl die molekularen wie die chemischen Kräfte niemals ins Gleichgewicht kommen, dass in ihm die verschiedensten Elementarstoffe in den verschiedensten Verbindungen vorhanden sind, dass durch die chemischen Wirkungen des Sauerstoffs der Luft beständig erneute Anstösse zur Störung des inneren Gleichgewichtes gegeben werden, dass beständig auf Kosten der Protoplasmasubstanz selbst Kräfte frei gemacht werden, welche in dem complizirten Bau zu den verwickeltsten Wirkungen hinführen müssen; jeder Eingriff von aussen, auch wenn er unmerkbar ist, wird ein verwickeltes Spiel von inneren Bewegungen hervorrufen, von dem wir nur den letzten Effekt allein als äussere Formenveränderungen wahrnehmen.» — Wir sehen in dieser ganzen Ausführung ist der Sache nach nichts enthalten, was wir nicht in unsere Definition der Zelle aufnehmen könnten: aber das Protoplasma wird als ein unerklärtes Wunder hingestellt, weil der wesentliche Umstand, dass das Protoplasma nur als ein individualisirter Körper vorhanden ist, nicht beachtet wird; der Organismus als ein durch

die Form bestimmtes wird zu einem logischen Widerspruch, wenn die Form nur das Resultat der materiellen Bewegung sein soll. Daher bewegt sich auch die ganze Ausführung in innern Widersprüchen, die nur durch die unvollkommene Anschauung und Ausdrucksweise verdeckt werden. Durch innere Kräfte soll das Protoplasma seine Veränderungen bewirken, ohne dass entsprechende Anstösse von aussen her beobachtet werden und doch soll das ganze Leben der Zelle nur in einer unaufhörlichen Wechselwirkung mit der atmosphärischen Luft, dem Wasser und den übrigen Stoffen sein, die den chemischen Prozess bedingen. — Was ist denn da das Innere im Gegensatze zum Aeusseren, als eben dass eine bestimmte Stoffmenge und Stoffbewegung zur Einheit einer körperlichen Raumausfüllung verbunden ist? Ein Teil der Kräfte soll ins Gleichgewicht kommen und so die Form des Ganzen gestalten; aber was ist dieses Gleichgewicht, wenn wir auf den letzten Grund der Erscheinung als Bewegung zurückgehen, anders, als eine Wirkung des Individualisationsprinzipes, welches selbst nicht mehr materiell, sondern naturwissenschaftlich formell, philosophisch oder metaphysisch ideal zu verstehen ist? d. h. wenn nicht ein ausserhalb des Stoffwechsels stehendes Princip da ist, welches die Stoffteile zu dieser Form in der Zelle zusammenbringt? Wie aber das Protoplasma oder die Zelle, wenn wir sie ihrem wahren Begriffe nach als die einheitliche lebendige Stoffverbindung erfasst haben, eine solche wunderbare und im einzelnen, das gebe ich unbedenklich der Wissenschaft zu, vorerst unerklärliche Bedeutung und Wirksamkeit bekommen könne, das glaube ich schon einigermassen gezeigt zu haben, indem wir sie ideal als den Gegenpunkt der ganzen Stoffverteilung, welche das sichtbare Weltganze darstellt, erfasst haben. Als ein Wunder werde auch ich so das Protoplasma und die Zelle bestehen lassen; aber als ein aus der Schöpfung verstandenes und nicht als ein unverstandenes Wunder. — Etwas genauer werden uns noch die folgenden Worte aus derselben Schrift p. 744 in den Stand der Sache einführen: «Ein Eichenblatt wächst ein für allemal anders als ein Ulmenblatt, eine Eichenfrucht anders als eine Eichenwurzel; die Verschiedenheit dieser Wachstumsvorgänge macht sich ohne weiteres in der verschiedenen Form und sonstigen Qualität der Organe geltend und keine Combination äusserer Bedingungen ist im Stande, einer Wurzel durch verändertes Wachsthum die Form eines Blattes, einem Eichenblatte die Struktur eines Ulmenblattes zu geben. Es gibt also gewisse innere Bedingungen des Wachstums, welche nicht wie das Altern der Organe und wie die notwendigen äusseren Bedingungen darüber entscheiden, ob überhaupt Wachstum stattfinden soll, ob es rasch oder langsam verläuft, sondern darüber, wie es verläuft, welche spezifisch bestimmte Organisation durch das Wachsen erzielt werden soll. Letzteres hängt ganz allein davon ab, aus welcher Mutter- und Vaterpflanze ein gegebenes Pflanzenindividuum entstanden ist, mit anderen Worten, welcher Spezies und Varietät das betreffende Individuum angehört. Die Abstammung entscheidet über die spezifische Qualität des Wachstums, alle übrigen Bedingungen dagegen entscheiden nur darüber, ob das Wachstum überhaupt und mit welcher Geschwindigkeit und Energie es stattfinden wird. Diese inneren der Pflanze angeborenen Bedingungen der Qualität ihres Wachstums sind etwas historisch gegebenes, das einmal vorhanden nicht mehr umgestossen oder ohne weiteres rückgängig gemacht werden kann, im Gegensatze zu den äusseren Bedingungen, welche

bald hervorgerufen, bald beseitigt werden können.» Wir sehen, hier sind wir wieder an dem Standpunkt der eingeborenen Ideen angelangt, nur dass sie hier auf die Naturdinge, statt auf den Menschen übertragen werden und zugleich an der darwinschen Entwicklungstheorie, obwohl sich Sachs vorläufig davor verwahrt, die Erblichkeit als eine Art Naturkraft zu betrachten, die keiner weiteren Analyse mehr bedürfe und weiterhin gesteht, dass gerade in der beständigen Beachtung dieses nun einmal gegebenen Unbekannten, durch welches die physiologischen Effekte so ganz anders ausfallen als die rein physikalischen, der Unterschied zwischen der Physiologie und der Physik liegt. Man wird aber zugestehen müssen, dass, wenn man die Arten d. h. die festen Formen auch in der organischen Gestaltung als ein für uns feststehendes anerkennen muss, und nun die Hypothese macht, dass sie geschichtlich in derselben Weise entstanden sei, wie in der Menschheit durch menschliche Wirkung feste oder relativ feste Zustände sich bilden, dass dann erstens der oberste Grundsatz der Naturwissenschaft, nur auf Grundlage der Thatsache zu schliessen, vernichtet, dass zweitens Geschichtsforschung und Naturforschung vermengt, dass drittens die ungeheuerste petitio principii gemacht, also die Logik tot geschlagen wird. Ich setze hinzu, dass auch de Bary in seinem neuesten Werke über die Anatomie der Vegetationsorgane zu dem allgemeinen Resultate kommt, dass die histologischen Eigenschaften der verschiedenen Gewebe als faktischer spezifisch bestimmter Systeme nicht gleichmässig in ihrer Entstehung aus dem Urmeristem nachweisbar, sondern durch die Art bestimmt sind, womit natürlich alles gesagt ist. — Obwohl nun Sachs sich darüber vollständig klar ist, dass alle physikalischen Bedingungen zum Wachstum der Pflanze bis zur Einwirkung des Lichtes und der Schwere hin unter der Herrschaft jenes positiv gegebenen erblichen Momentes d. h. der Art stehen, so trägt er doch kein Bedenken, in Betreff des die ganze höhere Entwicklung der Pflanze beherrschenden Gesetzes, dass die im Boden stehende Axe mit ihrem einen Ende in der Richtung des Erdradius, dem Centrum der Erde zu, mit dem andern Ende, der blätterentwickelnden Spitze, in entgegengesetzter Richtung, insoweit also dem Centrum des Planetensystemes, der Sonne zu, wächst (ich sage insoweit, denn es versteht sich von selbst, dass bei der Umdrehung der Erde um ihre Axe die emporwachsende Spitze nur am Tage der Sonne zugewendet sein kann), für diese Grundwachstumsrichtung der ganzen Pflanze direkt und ausdrücklich die Schwerkraft und zwar die Schwerkraft allein in Anspruch zu nehmen (p. 739: die Wachstumsaxen würden abwärts verlängert sich im Mittelpunkte der Erde schneiden und selbst Radien des Erdkörpers darstellen. Daraus aber folgt ohne Weiteres, dass die Wachstumsrichtung dieser Stämme von einer Kraft bestimmt werden muss, die in einer ganz bestimmten Beziehung zur Lage des Schwerpunktes der Erde steht. Es gibt aber nur eine solche Kraft eben die Schwerkraft, die Massenanziehung der Erde). Wenn hienach die Richtung der Wurzel zum Centrum der Erde durch die Schwerkraft bestimmt wird, so bleibt nur übrig das Emporwachsen der Spitze als eine indirekte negative Wirkung der positiv wirkenden Schwerkraft zu verstehen und das Emporwachsen der blättererzeugenden Spitze ist gewissermaassen nur ein negatives Resultat. Ich habe gegen diese von Hoffmeister begründete Auffassung von Anfang an die andere ebenso fest stehende Grundthatsache im Pflanzenreiche geltend

gemacht, dass in jedem Samen der Keim ursprünglich die gerade umgekehrte Richtung hat, was mit absoluter Notwendigkeit auf eine andere Begründung der Erscheinung im Pflanzenreiche hinweist, als auf diese einseitige absolute Herrschaft der Schwerkraft, deren relative Bedeutung natürlich so wenig wie die der andern materiellen Bedingungen ausgeschlossen sein soll. Die durch die Weltstellung der Pflanze bestimmte Idee der Pflanze lässt alles, was Beobachtung und Experiment konstatiren kann, in seinem Rechte und an seinem Orte; es soll sich aber zeigen, welchen wirklichen Beitrag sie zunächst rein formell als Individualisationsprincip zum Verständnisse der Erscheinung zu liefern im Stande ist. Am eingehendsten hat sich in neuester Zeit Vöchting (Organbildung im Pflanzenreiche) mit der Frage beschäftigt, indem er die von Schwann gestellte Frage, ob die Ursache des Wachstums der Elementarteile in der Totalität des Organismus liegt, oder ob in jedem Elementarteile (in jeder Zelle) die Moleküle so zusammengefügt sind, dass dadurch eine Kraft frei wird, welche im Stande ist, neue Moleküle anzuziehen und so succesive den Aufbau des Ganzen zu bewirken, auf Grund seiner Untersuchung (und in Uebereinstimmung mit allen neuesten genaueren Untersuchungen) im Sinne ersterer Alternative beantwortet, freilich unter der Voraussetzung, dass jene bestimmende Kraft nichts anderes bedeuten soll, als die resultirende Kraft aller Einzelelemente der Lebenseinheit. Dadurch ist offenbar die Grundfrage in der Schwebe gelassen, aber unwillkürlich doch die Lebenseinheit, das Individualisationsprincip, als formales Princip für den Organismus anerkannt, und mehr bedarf es für die ideale Auffassung nicht. — Um nun diesem unklaren Zustande der Wissenschaft gegenüber mir den Weg für die Durchführung meiner idealen Auffassung des Organismus zu bahnen, greife ich auf den Begriff der Zelle in ihrem Gegensatze zum Krystalle zurück. Die Zelle ist das lebendige d. h. der Wechselwirkung mit dem übrigen Stoffe fähige stoffliche Individuum. Darin liegt zunächst das innerlich andere Verhältniss der Zelle und des Krystalles zum Denken begründet, was ich an dieser Stelle nur eben berühre. Beim fertigen Krystalle ist von Bewegung nicht mehr die Rede, und so gibt er für unser Denken nur die Vorstellung. Die Zelle ist ein andauernder chemischer Prozess, eine fortgehende Bewegung, aber lokal an einem Punkte gebunden, so wie etwa die Flamme. Dieser Prozess gewinnt für uns Gestalt in dem Maasse, wie er feste Formen ausscheidet, wie wir im Verhältnisse der pflanzischen zur tierischen Zelle gesehen haben. Aber insoweit er ein andauernder chemischer Prozess ist, muss an der Zelle die die Vorstellung überschreitende Natur unseres Denkens in derselben Weise zum Bewusstsein kommen wie die Bewegung der Atome im chemischen Prozesse auf den Begriff des hinter den Atomen liegenden Urstoffes zurückführt. Die in der Bewegung begriffenen Moleküle könnten nicht in der Zelle zu einer eine Vorstellung gebenden festen Gestalt verbunden werden, wenn nicht ein über dem Stoffe stehendes Princip wäre, welches wir denkend als das Individualisationsprincip erfassen, welches hier nicht in seiner ersten Wirkung erstarrt, sondern in seiner Wirkung sich fortsetzt. So, und nur so löst sich die Petitio principii, die in dem Begriffe des Lebendigen in der Natur liegt. Das hier nur nebenbei. Verfolgen wir weiter wie sich die Wirklichkeit der Naturerscheinung in der Zelle und im Organismus dem Krystalle gegenüber aus dem Individualisationsprincipe ergibt. In dem Krystalle ist die Sache mit der fertigen festen Form wie

im Naturprozesse, so für's Denken schlechthin abgeschlossen, und damit hängt zusammen, dass der Krystall durchaus unter der Herrschaft des mathematischen Principes der Zahl steht. Hinter einem Krystall ist fürs Denken nichts anderes zu suchen, als die nach einer Zahl geformte Verbindung der Stoffteile. Die Reflexion auf die Zahl und das Zahlgesetz im Krystalle ist das einzige, woran sich hier die wissenschaftliche Arbeit des Denkens anlehnen kann. Eine ganz andere Arbeit bereitet die Zelle als das lebendige stoffliche Individuum und der Organismus als Zellverbindung dem Denken, wenn man sich von der das unwissenschaftliche und wissenschaftliche Bewusstsein beherrschenden Illusion, als ob im Organismus als solchem irgend ein immaterielles Princip sitze, wirklich frei machen und die ganze organische Entwicklung bis zum Menschen hin, als ein reines Produkt des formalen gestaltenden Individualisationsprincipes nachweisen will. Die Zelle, unter welcher wir hier zum Behufe des Aufbaues des Organismus dem früher Gesagten gemäss immer die vollkommene mit Haut und Kern versehene Zelle verstehen, ist zunächst in ihrer Urform noch eben so verständlich wie der Krystall selbst. Das einen flüssigen Inhalt mit einer festeren aber permeablen Haut umschliessende Bläschen, ist der natürliche Ausdruck des Begriffes des lebendigen stofflichen Individuums, welches in seiner individuellen Selbständigkeit receptiv und spontan der lebendigen Wechselwirkung mit dem Stoffe im Ganzen fähig sein soll. Die sphärische Gestalt, welche zugleich dem Krystall gegenüber die Emancipation von der absoluten Herrschaft eines Zahlengesetzes ausdrückt, dürfen wir, wie auch den oder die Concentrationspunkte im Innern, auf die Beziehung dieser kleinen Welt auf die Grundform des ganzen sichtbaren Weltalls oder, wenn uns diese Beziehung vor der Hand als noch zu weitgreifend erscheint, auf die Grundform des Sonnensystems denken in Uebereinstimmung damit, dass in der chemischen Constitution der Zelle die äussersten Gegensätze in der Differenzirung des ponderablen Stoffes und seiner Beziehung zum imponderablen in Wärme, Licht und Elektrizität zusammengeschlossen sind. Als ein neues Moment kommt dem starren Krystall gegenüber in der Zelle die in der chemischen Constitution begründete Geschmeidigkeit auch der festen Verbindungen, welche namentlich im tierischen Organismus bis zur Contraktibilität sich steigert, hinzu; ferner die Vergänglichkeit, welche ja schon in dem Begriffe des Prozesses und der Bewegung in ihrem Verhältnisse zur festen Form begründet ist und dadurch den Begriff der Entwicklung in die Zelle bringt, die die Rücksicht auf die Zeit bedingt, während wir es bei den tot neben einander liegenden Krystallen nur mit dem Nebeneinander des Raumes zu thun haben. Endlich hängt, wie schon bemerkt wurde, mit dem Begriffe der Zelle als eines individualisirten chemischen Prozesses die meist mikroskopische Kleinheit der Zelle zusammen und dieser Punkt wird uns gerade von der allergrössten Bedeutung, wenn wir von der Zelle zum ausgebildeten Organismus selbst übergehen. Offenbar ist nämlich die Zelle in der Natur nur als die Grundlage, als das Element des organischen Aufbaues zu betrachten. Wenn auch der Einzelzelle im ganzen Aufbaue des Organismus ihre Bedeutung gewahrt ist, teils in den einzelligen Organismen, welche namentlich im Pflanzenreiche in den Diatomeen und den Kaulerpeen zu einer wunderbaren Ausbildung gelangen, teils in den Blutkörperchen der Tiere, die wir doch nur unter den Begriff der Zelle fassen können und endlich in beiden

organischen Reichen im geschlechtlichen Prozesse, der wesentlich auf einer Differenzirung der Zelle; als des organischen Elementes beruht, — so kann doch darüber kein Zweifel bestehen, dass die Bedeutung der Zelle im Grossen und Ganzen in ihrem Dienste zum Aufbaue der Organismen liegt, zu welchem Behufe sie dann in der mannigfachsten Weise modifizirt wird. Der Organismus soll das im Grossen sein, was die Zelle als lebendiges stoffliches Individuum ihrer chemischen Bedeutung nach nur im Kleinen sein kann, wodurch, was die Zellverbindung angeht, die lebendige Beziehung der Zellen zu einander, die Communikation im Innern, und was die Beziehung des Organismus als Ganzes zu der Aussenwelt d. h. zu dem übrigen Stoffe angeht, die Receptions- und Reaktionsfähigkeit bedingt ist. Was die Grösse des Organismus gegenüber der Kleinheit der Zelle angeht, so ist natürlich das Quantitätsverhältniss ein relatives; aber dessungeachtet müssen wir es als einen wesentlichen Zug in dem Aufbaue des Organismus aus der Zelle ansehen, dass in ihm nach Verhältniss der Stellung der Erde im sichtbaren Weltganzen eine gewisse Grösse erreicht werde, deren mittleres Maass, wie wir schon hier bemerken können, im menschlichen Leibe gegeben ist. — Nachdem wir nun schon der haltlos schwankenden Wissenschaft gegenüber auf Grundlage der Definition der Zelle die Unterscheidung der beiden grossen Stufen des Organismus, die Definition der Pflanze und des Tieres, gegeben haben, ist es jetzt die weitere Aufgabe, aus ihrer Stellung im Ganzen und ihrer Beziehung zum Ganzen die wirkliche Ausgestaltung derselben als die Wirkung des im lebendigen Organismus sich durchsetzenden Individualisationsprincipes zu erklären, wobei hier noch einmal vorab darauf hingewiesen werden mag, dass durch diesen Gesichtspunkt die Einsicht in eine durchaus in der Natur begründete Stufenfolge und ideale Beziehung zwischen Krystall Pflanze und Tier gewonnen wird.

Ein isolirter Krystall, etwa ein Bleiglanz Hexaeder, repräsentirt den Begriff eines stofflichen Individuums so vollkommen wie möglich, aber als ein totes, als Resultat der abgeschlossenen Bewegung der Stoffteile. Die Zelle thut dasselbe als lebendiges d. h. als Herd der sich fortsetzenden Bewegung und desshalb in ihrer Urform (als Protoplasma) weniger starr und nicht durch eine in der Form sich ausprägende Zahl, d. h. nicht durch gerade Flächen begrenzt. Die pflanzliche Zelle, indem sie durch Ausscheidung des Stickstoffes, des eigentlichen Trägers der Lebendigkeit der Stoffverbindung, die Zellulose bildet, neigt zu krystallinischer Gestalt, die, wenn auch der mechanische Druck im Zellgewebe zu ihrer Entstehung mitwirkte, doch durchaus auch ein Moment in der idealen Stellung der Pflanze bilden, wie allein schon die feine Ausgestaltung der Diatomeenzellen beweist. Wenn dann aber die Pflanze im Grossen und Ganzen als gebundener (eingewurzelter) Organismus erscheint, so erreicht das Tier als freier losgelöster Organismus wieder die Stufe in der Darstellung des stofflichen Individuums, die ein isolirter Krystall repräsentirt, aber das Tier als höchst lebendiges, der Krystall als totes. Dabei mache ich aufmerksam auf die Bedeutung des Eingreifens der Zahl. Wo sie in der Weise wie beim Krystall direkt formgestaltend auftritt, da ist eben auch eine Rückbeziehung des lebendigen Organismus auf das erste Produkt, auf den ersten Versuch, wenn man will, des gestaltenden Individualisationsprincipes im Krystalle angezeigt, wie wir z. B. an den kubischen Formen der Mooskapsel bei Polytrichum, oder dem vierkantigen

Stengel der Labiaten sehen, auch selbst noch bei manchen baroken Fischformen. Der lebendige Organismus vermeidet und überwindet die eckigen Formen; wo sie dennoch vorkommen, ist das ein Beweis, dass Krystall Pflanze und Tier unter dem einen Gesichtspunkte des stofflichen Individualisationsprincipes stehen, nebenbei, dass eine Rückbeziehung der höheren Stufen auf die untere stattfindet. —

Gehen wir jetzt auf die oben gestellte Hauptaufgabe zurück, so haben wir zunächst ins Auge zu fassen, dass die Organismen als lebendige stoffliche Individuen auf zwei Lebensphasen angewiesen sind, erstens die Produktion, die Darstellung des Individuums durch den Ernährungsprozess und das Wachstum und zweitens die Reproduktion, die Fortpflanzung, die Neudarstellung eines Individuums derselben Form aus einem andern. Beim Krystalle kann von diesen beiden Prozessen nicht die Rede sein, von dem letzteren in keiner Weise, insoweit der Begriff des Krystalles eben die Darstellung des Individuums in der sich abschliessenden Bewegung ist; von dem ersteren nur in einer gewissen Weise, insoweit im werdenden Krystall eine Stoffbewegung und daher, wenn auch kein Stoffwechsel, so doch eine Stoffvermehrung stattfindet, wesshalb man auch beim Krystall in einem gewissen Sinne von Wachstum spricht. Insoweit wir diesem gemäss beim Organismus einen beständigen Wechsel- und Werdeprozess vor Augen haben, kommt hier nicht mehr wie beim Krystalle blos die Beziehung des Raumes, sondern auch die Beziehung der Zeit in Betracht. — Was nun diese beiden Prozesse, die Produktion und die Reproduktion, das Wachstum und die Fortpflanzung angeht, so genügt hier über den ersten das oben aus Sachs angeführte, um zu erhärten, dass nicht die Form ein Produkt des Stoffwechsels, sondern umgekehrt der Stoffwechsel durch die Form oder das formelle Princip bedingt ist, insofern für die wirkliche Naturforschung, die sich auf die Thatsachen der Beobachtung und nicht auf unbegründete Hypothesen stützt, die Form, welche die Art bestimmt, ein Feststehendes, wenigstens für uns historisch Gegebenes ist. Weiter über die sogenannte darwinistische Hypothese mich auszusprechen, habe ich an dieser Stelle noch keine Veranlassung. Ueber den Begriff der Fortpflanzung muss aber vorab noch genauer gesprochen werden. Fortpflanzung und geschlechtliche Fortpflanzung sind nicht deckende Begriffe. Geschlechtliche Fortpflanzung ist diejenige, wobei auf die Zelle als das organische Element zurückgegriffen wird und zwar in der Weise, dass es sich wesentlich um eine Differenzirung der Zelle handelt und hier liegt die Thatsache so offen vor, dass hier wenigstens der Wissenschaft der Begriff nicht entgehen konnte. «Das Wesen der Sexualität», sagt Sachs p. 870, «zunächst mit Beziehung auf die Pflanze, liegt darin, dass im Laufe der Entwicklung der Pflanze zweierlei Zellen erzeugt werden, die für sich nicht weiter entwicklungsfähig sind, aus deren materieller Vereinigung aber ein entwicklungsfähiges Produkt hervorgeht.» Ich will dem herrschenden Sprachgebrauch gemäss vorläufig die eine, welche die ruhende und empfangende ist, die weibliche, die andere, die bewegliche und erregende, die männliche nennen. Hienach kommen also beim Begriffe der geschlechtlichen Fortpflanzung zwei Punkte in Betracht, erstens, dass es sich um ein Zurückgehen auf die Zelle als das Elementarorgan des Organismus und zweitens, dass es sich um einen dualistischen Gegensatz handelt. Eben auf der Combination dieser beiden Punkte zum Behufe der Fortpflanzung

beruht die Verwirklichung des Geschlechtsbegriffes in der Natur. Bei einzelligem Organismen erfolgt die Fortpflanzung meistens einfach durch Teilung, so dass hier die Fortpflanzung noch fast ganz mit der Vermehrung der Zellen im Wachstum, welche immer durch Teilung und zwar durch Zweiteilung erfolgt, zusammenfällt. Wenn bei einem vollkommenen Organismus die Fortpflanzung geschieht durch blosse Absonderung eines Teiles, ohne Differenzirung des Elementarorganes, so ist das keine geschlechtliche Fortpflanzung. Nun zeigt sich hier ein ausgesprochener Gegensatz zwischen Pflanze und Tier, der zunächst auf den unterscheidenden Begriff der beiden Stufen des Organismus zurückzuführen ist. In der ganzen organischen Entwicklung spielt der Dualismus des geschlechtlichen Gegensatzes eine durchgreifende Rolle, aber doch in anderer Weise im Pflanzenreiche und im Tierreiche nach dem Grade, wie das Princip der Individualisirung in dem einen oder dem anderen ausgeprägt ist. Im Pflanzenreiche ist die geschlechtliche Fortpflanzung kaum in einem einzigen Falle eine Notwendigkeit, weil sich alle Pflanzen durch Sprossung, durch einfache Teilung, fortpflanzen können, mit allenfallsiger Ausnahme der Koniferen, insoweit hier Sprossung gar nicht oder kaum vorkommt. Sprossung oder Knospenbildung ist aber an allen Teilen der Pflanze möglich mit einziger Ausnahme der Wurzelspitze. In der Pflanze als Ganzem ist aber der Begriff der Individualität nicht so energisch ausgeprägt, wie beim Tiere, wo desshalb eine Fortpflanzung nicht durch Abtrennung eines der so scharf differenzirten Glieder möglich ist und eine ungeschlechtliche Fortpflanzung nur in der Region vorkommt, wo der Typus des Pflanzenwachstums eingehalten ist. Es hängt damit weiterhin zusammen, dass bei der Pflanze die Verbindung der Geschlechter auf einem Individuum, bei den Tieren die Trennung der Geschlechter nach den Individuen das vorherrschende Princip ist und daran knüpft sich dann die weitere Bemerkung, dass bei der Pflanze der geschlechtliche Prozess in der Blüte zur Grundlage der höchsten, rein ästhetischen Gestaltung gemacht ist, während er beim Tiere ins Innere zurückgelegt und gleichsam verborgen ist. Wir sehen, wie uns diese Betrachtung ins Innerste der reichen Ausgestaltung der Formen im lebendigen Organismus hineinführt. Um dem nun näher zu treten, müssen wir vor allem dieses hervorheben, dass es sich im geschlechtlichen Prozesse um das Eingreifen des Dualismus in das individualisirende Gestaltungsprincip handelt, durch welches das Denken hier in solcher Weise bestimmt wird, dass ohne diese Erkenntniss eine richtige Auffassung der Thatsache nicht möglich war. Nicht die Conservirung der Form, die Erhaltung der Art, ist das Wesentliche im Begriffe des geschlechtlichen Prozesses. Diese erfolgt eben so gut und eben so vollständig, bei der Pflanze wenigstens, auch bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung; sondern, dass im Organischen trotz der in die Darstellung des Individuums eintretenden Entwicklung und trotz der in die Entwicklung eintretenden Herrschaft des Dualismus (im geschlechtlichen Prozesse) doch die Form des Individuums d. h. die dasselbe mit einer Anzahl anderer Individuen zusammen von den übrigen als eine Art unterscheidende Form conservirt wird, das ist es, worauf es ankommt. Die Gestaltung als solche beruht auf einem idealen in die Verbindung der Stoffteile formell sich aussprechenden Principe, eben dem individualisirenden Gestaltungsprincipe, mag dies im Aufbaue des Individuums oder in ungeschlechtlicher oder in der ge-

schlechtlichen Fortpflanzung sich zeigen. Dass es selbst nicht blos den im Wachstum bedingten Wechsel der Stoffbewegung, sondern auch den in die Fortpflanzung hereinbrechenden Dualismus des geschlechtlichen Gegensatzes überdauert und überwindet, das beweiset uns die über den Krystall hinaus, der die Bewegung in dem ersten Produkte der Bewegung in der Form sistirt, fortschreitende Macht dieses gestaltenden Principes, welches dem Denken freilich eine um so schwierigere Aufgabe stellt, je verwickelter die Gestaltung der Formen im Pflanzen- und Tierreiche gegenüber der Krystallisation ist. Die jetzige Naturwissenschaft hat an der Lösung dieser Aufgabe verzweifelt, wenn sie die Arten als gegebene feste Formen der darwinischen Hypothese gegenüber freilich als die Grundlage des wissenschaftlichen Denkens noch festhält, aber sie als das Resultat eines geschichtlichen Prozesses betrachtet nach dem Principe des Entwicklungsgesetzes, welches man von der Beobachtung am Individuum, das man unter der Hand hat, auf die Entwicklung der Arten aus einander überträgt, ohne sich über die Berechtigung dazu ernstlich Rechenschaft gegeben, ohne die ganze Sache denkend ergriffen zu haben. Diesem Zustande entgegentretend nimmt die ideale Auffassung die Lösung dieser Aufgabe auf sich. — Die Frage ist, ob wir beim Organismus und zunächst bei der Pflanze — denn dass wir an diese zuerst uns zu wenden haben ist ja nicht zweifelhaft — in ähnlicher Weise eine ideale Urform aufweisen können, wie wir sie bei der Krystallisation im Hexaeder gefunden haben, d. h. eine Form, welche als solche die Bedeutung des lebendigen Organismus, zunächst der Pflanze, aus seiner Stellung im Ganzen der Natur darstellt, wie das Hexaeder die Bedeutung des Krystalles als individueller stofflicher Raumausfüllung, dem Raume gegenüber, der nur einer ist in den drei Dimensionen. Stoffliche Individuen liefern auch die anderen Krystallformen; aber die reine Darstellung der Raumverhältnisse gibt nur das nach allen Seiten selbständig in sich dastehende Hexaeder, während die anderen Formen nach verschiedenen Beziehungen auseinander gehen. Ueberschauen wir nun das Pflanzenreich, so unterliegt es nicht dem mindesten Zweifel, dass die Natur dem fragenden Denken mit der entschiedensten Klarheit entgegenkommt. Die Urform der Pflanze ist die mit der blättererzeugenden Spitze nach oben d. h. nach dem Centrum des Sonnensystems, und mit der Wurzel nach unten d. h. nach dem Mittelpunkte der Erde zu wachsende Axe. Alle phanerogamen Pflanzen haben ursprünglich diese Form; ebenso die höheren Kryptogamen und wenn die Moose einerseits diese ideale Form obwohl nur in ihrem positiven Hauptteil, nämlich der emporwachsenden blättererzeugenden Axe, im Gegensatze zu den übrigen höheren Kryptogamen, die sie nur im Keime zeigen, am reinsten darstellen und bewahren, anderseits aber in der Form der Lebermoose sie ganz fallen lassen und in die niedere Gestaltung übergehen, wo wir diese ideale Urform allerdings nicht mehr finden, so mag es hier noch dahingestellt sein, wie wir dieses Vorkommen zu deuten haben, darin aber werden wir durch dasselbe nicht zweifelhaft werden, dass wir jene Urform als die Grundlage der ganzen höheren Entwicklung im Pflanzenreiche festzuhalten haben. Organisch ist die Differenzirung der Axe oder, um mich vorsichtiger auszudrücken, des spindelförmigen Hauptkörpers der Pflanze dadurch ausgedrückt, dass die emporwachsende Spitze immer frei d. h. unbedeckt; die nach unten wachsende Wurzelspitze immer mit einer besonderen Zellpartie als Haube bedeckt ist und ferner dadurch, dass die

Wurzel bei Ihrer weiteren Entwicklung vorwiegend centralisirendes, die obere Axe ein zwischen centralen und peripherischen ausgleichendes Wachstum zeigt, womit dann übereinstimmt, dass die Wurzel sich durch endogene Bildung verzweigt, während die unter der emporwachsenden Spitze erzeugten Blätter exogene Bildungen sind. Der wichtigste Punkt für die weitere Entwicklung ist aber dieser, dass Blätter nicht anders als unter der emporwachsenden Axenspitze und zwar immer in einer nach einem Zahlengesetze normirten Abfolge erzeugt werden. Was nun den idealen Charakter dieser Urform der Pflanze angeht, so weise ich auf das schon früher Gesagte zurück, dass, wenn natürlich die Beziehung der emporwachsenden Axenspitze auf die Sonne als den Quell des Lichtes und der Wärme und den Mittelpunkt unseres Weltsystemes nicht in derselben anschaulichen Weise exakt ausgedrückt sein kann, wie die Richtung der Wurzel auf das Centrum der Erde, daraus nicht materialistisch die Berechtigung abgeleitet werden darf, das ganze Wachstum der Pflanze in der Urform einseitig auf das negative Moment der Gravitation zurückzuführen. Nebenbei will ich schon hier anführen, dass durch dieses Verständniss der Urform der Pflanze der Versuch Goethes berichtigt und ergänzt wird, der einseitig nur das Blatt ins Auge fassend und nicht bedenkend, dass die Blätter als an der Axe stehend doch nur peripherische Bildungen im Gegensatze und in Beziehung auf die centrale Axenspitze sind, die ganze Bedeutung der Urform und daher der ganzen Entwicklung des Pflanzenreichs nicht zu erfassen vermochte. Wenn die allerneueste Beobachtung auf die gleich nach Goethes Anstoss aufkommende sonderbare Ansicht zurückzukommen scheint, wonach das Blatt schlechthin die Hauptsache und die Axe ein Erzeugniss der Blätter sei, so wird die weitere Ausführung darüber den richtigen Aufschluss geben. — Nur ganz nebenbei weise ich weiterhin die jetzt einreissende Methode, die in der Natur so klar ausgesprochene Unterscheidung des Blattes als exogener peripherischer und in sich begränzter Form gegenüber der central unbegränzt emporwachsenden Axenspitze, welche Unterscheidung durch die Thatsache, dass die Blattbildung unter einem festen Zahlengesetze steht, ihre prägnante ideale Ausprägung erhält, sich durch solche Bildungen welche diese Unterscheidung zu verwischen s c h e i n e n, wissenschaftlich entreissen zu lassen, als eine wissenschaftliche logische Ungebühr resp. Impotenz zurück. —

Die weitere Entwicklung, und zwar sowohl für die in der Natur der Beobachtung vorliegende Thatsache als für unser dieser gemäss zu normirendes Denken resp. Begriffsbildung wird sich nun ergeben, wenn wir das Verhältniss der Urform zum Begriff des Individuums ins Auge fassen, wobei wir immer das Verhältniss der organischen Entwicklung zum Krystalle im Auge behalten. Krystallinische Individuen können nach dem Gesetze der Krystallisation nicht blos die ideale Urform des Hexaeders, sondern auch die anderen Formen und auch die sich durchkreuzenden Formen bilden; materielle Verdopplung oder Ineinanderschiebung kommt auch schon beim Hexaeder vor und weiterhin stellt sich unvollständige Ausbildung bis zur Verwischung des individuellen Charakters ein. Schon bei einem verdoppelten Hexaeder deckt sich der ideale und der anschauliche Begriff des Individuums nicht mehr. Bei der Urform der Pflanze ist die Sache viel verwickelter. Schon für die Bezeichnung der in ein positives und negatives Ende sich differenzirenden Spindel als Axe (wobei positiv

und negativ nur in dem ganz realen Sinne von blättererzeugend und nicht blättererzeugend genommen wird), muss die Correktur angebracht werden, dass genau genommen nur das obere emporwachsende Ende als Axe (im Gegensatze zu den peripherischen Blättern) bezeichnet werden dürfte, und diese Bemerkung ist um so nötiger, weil wir in dem Laubmoospflänzchen in der That nur diese aufsteigende Axe, nicht aber die Wurzel als absteigende Axe antreffen. Auch müsste dabei die weitere Frage berücksichtigt werden, ob bei den höheren Pflanzen die Hauptwurzel auf der Fortsetzuug der oberen Axe nach unten, oder nicht vielmehr auf einer nachträglichen central-endogenen Wurzelbildung beruht. Weil aber diese Frage für die ausgewachsene Pflanze, welche an der Axe einen nach oben und einen nach unten wachsenden, einen oberirdischen und einen unterirdischen, Teil zeigt, ohne dass die Grenze zwischen beiden organisch bezeichnet ist, keine Bedeutung hat, so wird es erlaubt sein, den ganzen Hauptkörper der Pflanze vorläufig als Axe zu bezeichnen ohne Rücksicht darauf, ob die Differenzirung zwischen einem oberen und unteren Teil durchgeführt ist oder nicht. Aber von der allerentscheidensten Bedeutung ist es nun, wie die Urform als Darstellung des Pflanzenindividuums zur Geltung kommt. Rein und vollständig stellt sich die Urform als Pflanzenindividuum nur in zwei Fällen dar, erstens in dem Laubmoospflänzchen, wenn dieses einerseits vom Vorkeime sich abgelöst und noch keine Kapselbildung begonnen hat, und zweitens in der phaneroganischen Pflanze im Stadium ihrer ersten Entwicklung aus dem Keime, wenn noch keine Seitenknospen vorhanden sind. Wir können hier gleich schon hinzufügen, dass, wie das Moos nur die obere emporwachsende und blatterzeugende Axe zeigt, noch gar nicht die Wurzel; so die Gefässkryptogamen wie die Monokotylen in der Anlage die vollkommene Axe haben, aber die Hauptwurzel (die absteigende Axe) sofort unterdrückt wird und dass daher erst die Dikotylen im ersten Stadium des Wachstums die Urform als Individuum vollständig aufweisen. Die Art und Weise wie diese Darstellung der Urform als Individuum zwar überall wieder hervorbricht, aber gehemmt und gehindert wird, um auch hier an den idealen Sinn des Kampfes ums Dasein zu erinnern, ist das die wirkliche Gestaltung der Formen im Pflanzenreiche bedingende Princip, ähnlich wie wir es in der Krystallisation gesehen haben. Die Hauptrücksicht dabei ist die geschlechtliche Fortpflanzung d. h. das in die Reproduktion eintretende Gesetz des dualistischen Gegensatzes, welche bei der Pflanze freilich, wie wir schon gesehen haben, eine viel weniger zwingende Nothwendigkeit ist als beim Tiere, aber in demselben Maasse mehr als ästhetisches, ideal gestaltendes Princip sich geltend macht. Ein zweites der reinen Darstellung der Urform als Individuum entgegenstehendes Hinderniss ist die Zusammensetzung des ursprünglich einfachen Individuums durch Knospung. Zum einfachen Individuum gehört nur die blättererzeugende Axenspitze, welche man insoweit als Knospe (Endknospe) bezeichnen kann; jede seitliche Knospe ist im Sinne der Urform ein neues Individuums und wenn ein solches nicht eine eigene Wurzel hat, sondern als seitliches Organ an der Hauptaxe erscheint, so können wir uns dabei an das Laubmoospflänzchen erinnern, welches ja auch nur eine emporwachsende blätterbildende Axe darstellt. Die durch die Seitenknospe erzeugte Nebenaxe kann wieder Seitenknospen erzeugen und zur relativen Hauptaxe werden und so in mehrfacher Wiederholung weiter. Es zeigt sich hier aber die

für die ideale Auffassung höchst bedeutungsvolle Thatsache, dass nur die Blätter in einer durch feste Zahlen normirten Abfolge stehen, nicht die Knospen, welche sich willkürlich an allen Teilen der Pflanze bilden können; es gibt Adventiv-Knospen, aber keine Adventivblätter. Die Blätter können entweder in aufsteigender Linie eine Spirale bildend oder zu zweien oder mehreren auf gleicher Höhe einen Wirtel bildend stehen, in welchem Falle dann immer die Blätter des höheren Wirtels den Zwischenraum zwischen zwei Blättern des nächst niedern ausfüllen, so dass also bei gegenständigen Blättern von einem Paare zum andern eine Drehung von $90^0$ stattfindet. Die Entstehung eines Wirtels aus spiralgestellten Blättern lässt sich im allgemeinen nicht nachweisen, wohl aber darf man die spiral aufsteigende centripetal zur Axenspitze sich verhaltende Stellung der Blätter als die der Urform entsprechende bezeichnen. Die interkalaren Blätter, welche diese normale Abfolge nicht einhalten, kommen nur in der Blüte vor, die, wie wir sehen werden, wesentlich auf einer Hemmung des normalen Wachstums des Individuums im Sinne der Urform beruht. Da nun seitliche Knospenbildung in grösserer oder geringerer Wiederholung eine die ganze höhere Pflanzenentwicklung beherrschende Erscheinung ist, so sehen wir, wie die Darstellung der Urform als Individuum durch die Knospenbildung, welche dann bei der höheren Entwicklung, insoweit sie regelmässig an die Blattbildung geknüpft wird (Entstehung der Knospen im Blattwinkel) an der Regelmässigkeit der Blattbildung Anteil gewinnt, ganz zurückgedrängt und verdeckt wird, so dass jedes anschauliche Individuum dem Begriffe nach ein sehr vielfach Zusammengesetztes ist. Die Bedeutung der Urform kann aber dadurch nicht beeinträchtigt werden, weil jede Knospe, auch die ganz unregelmässig z. B. auf Grund einer zufälligen Verletzung entstandene doch die Urform mit regelmässiger Blattabfolge wieder darstellt, und wenn bei den regelmässig im Blattwinkel entstehenden Seitenknospen eine Modifikation in der Ordnung der Blattfolge eintritt, so ist das auch wieder an gesetzliche Bestimmungen gebunden. — Diese ganze Erscheinung der Entstehung des anschaulichen Pflanzenindividuums durch eine vielfache Wiederholung und Zusammensetzung der Urform ist in Parallele zu setzen mit der Bildung des Pflanzenleibes aus einer vielfachen Verbindung von Zellen, deren jede ja an sich auch ein Individuum ist, weiterhin selbst mit der Bildung der gewaltigen Gebirgsmassen der krystallinischen Gesteine, wo die Krystallindividuen bis zur Unkenntlichkeit in einander geschoben sind. Sie ist an sich nur eine aus Quantitätsrücksichten hervorgehende Erscheinung, die aber in den wirklichen Aufbau der Natur aufs mächtigste eingreift, weil es sich bei der Gestaltung ja um die Bewältigung des Stoffes durch ein formirendes geistiges Princip handelt. — Anders als diese Hemmung der Darstellung der Urform als Individuum einerseits durch den Dualismus des geschlechtlichen Gegensatzes in der Reproduktion und anderseits durch die Zusammensetzung eines anschaulichen Individuums aus Wiederholung der Urform in der Knospenbildung ist das gänzliche Abhandenkommen der Urform in den niederen Kryptogamen, den Thallophyten, zu beurtheilen. Dem Principe der idealen Auffassung gemäss, das Unvollkommene aus dem Vollkommenen und nicht umgekehrt das Vollkommene aus dem Unvollkommenen zu erklären, werden wir uns aber vorläufig hier über das Verständniss bescheiden, bis wir die höhere Entwicklung verstanden haben.

Um nun in diese einzudringen, müssen wir darauf achten, dass das entscheidende Moment, oder, um mich menschlich auszudrücken, der entscheidende Griff des gestaltenden Principes damit geschieht, dass der geschlechtliche Gegensatz in der Reproduktion selbst an die Urform geknüpft wird, worauf der Begriff der Blüte beruht, von dem ich ebenfalls behaupte, dass die wissenschaftliche Botanik ihn bis jetzt nicht klargestellt hat. Wenn wir sehen, dass bei jeder vollkommenen Blüte der weibliche Teil central, der männliche peripherisch, also um hier noch ganz roh zu sprechen, eine Beziehung des geschlechtlichen Reproduktionsprozesses auf die Urform der emporwachsenden blättererzeugenden Axe, deren Spitze den peripherischen Blättern gegenüber central ist, ausgedrückt ist, so müssen wir vor allem erwägen, dass eine solche Beziehung und Anordnung zum Behufe der Fruktifikation durchaus nicht und in keiner Weise eine organische Notwendigkeit war. Bei Algen (Mesokarpeen und anderen) sehen wir die den geschlechtlichen Prozess vollziehenden Zellen mitten in der Reihe liegen; dieselbe Erscheinung wiederholt sich auf höherer Stufe bei Zostera, die ich als eine rückschreitende monokotyle Form betrachte und selbst noch auf der Stufe der Dikotylen kommt ein leises Anzeichen von einer Einreihung der Samenknospe in der Mitte eines Zellstranges bei den Chenopodeen vor, wie zum Wahrzeichen, dass jene normale Ordnung nicht auf einer organischen Notwendigkeit beruht. Bei den unvollständigen Blüten, wenn sie nicht noch ein Anzeichen des fehlenden Teiles haben, namentlich also bei den diözischen kann von jener Anordnung anschaulich natürlich keine Rede sein, und auch dass wirklich Staubgefässe als abgegliederte Axenteile vorkommen oder verwachsene Staubblätter wenigstens scheinbar die centrale Stellung einnehmen, beweiset, dass von einer einfachen organischen Notwendigkeit hier nicht die Rede sein kann. Wenn dessungeachtet für die Realisirung des Begriffes der Blüte die centrale Stellung des weiblichen und die peripherische der männlichen Organe als ein ausnahmsloses Gesetz in der Natur eingehalten ist, so ist das ein Beweis, dass hier ein idealer Gesichtspunkt gestaltend eingreift, den wir zunächst durch die Beziehung des geschlechtlichen Prozesses auf die Urform verstehen und dadurch kommen wir erst zum wissenschaftlichen Begriff der Blüte. Keine Blüte entsteht anders als aus einer Knospe, sei es die Endknospe d. h. die blättererzeugende Spitze der Hauptaxe oder eine seitliche Knospe; das ist die erste Thatsache; und jede Knospe d. h. jedes Individuum wird durch die Umwandlung zu einer Blüte in seiner individuellen Entwicklung gehemmt und aufgehoben; das ist die zweite Thatsache. Dies ist aber nicht zufällig, sondern wesentlich, weil der Prozess der Blüte die Umkehrung des individuellen Wachsthums nach dem Typus der Urform ist. Während im Individuum die emporwachsende centrale Axenspitze, die an und für sich ein unbegrenztes Wachstum hat, unter sich die Blätter als peripherische auf ein begrenztes Wachstum angelegte Organe nach fester Anordnung durch ein Zahlengesetz erzeugt, kommt die Blüte dadurch zu Stande, dass die centrale Axenspitze, indem sich mittelbar oder unmittelbar die Samenknospen aussondern, in ihrer Entwicklung gehemmt wird und in den aus den Staubblättern erzeugten Pollenzellen der peripherische Teil auf den centralen reagirt. Die Blüte ist wesentlich die Umkehrung des in der Darstellung des Individuums sich vollziehenden Prozesses der Urform der Pflanze. Ohne Beach-

tung des idealen Momentes kommt keine Definition zu Stande. Wie der Begriff des Krystalles als der individuellen stofflichen Raumausfüllung im Hexaeder seinen idealen Stützpunkt hat, weil er rein den Raum nach seinen drei Dimensionen darstellt, so hat die Pflanze als der lebendige Organismus, der in seiner Urform die reale Beziehung zum Sonnensystem darstellt, aber als lebendiger Organismus der Vergänglichkeit unterliegend, den idealen Stützpunkt ihres Verständnisses in der Blüte d. h. in der Thatsache, dass im Prozesse des Werdens die Urform dem hereinbrechenden dualistischen Gegensatze gegenüber sich behauptet und ihn umkehrend die Erneuerung des Individuums und zwar wenn auch nicht in gesteigerter Form, so doch in vervielfachter Zahl, erzwingt. So versteht man, dass das weibliche Organ, als die Axenspitze vertretend, wesentlich central, die männlichen Organe wesentlich peripherisch sind, und dass daher, wie die Urform der Pflanze die Beziehung auf die Stellung der Erde zur Sonne, so die Blüte — die vollständige, regelmässige Blüte — das umgekehrte Bild des Sonnensystems darstellt, indem in ihr das weibliche Moment das centrale und ruhende ist. Die Frage, in wie weit die Axenspitze resp. die Centralzelle des Zellcomplexes, der die Axenspitze bildet, unmittelbar bei der Funktion der Axenspitze als Centralorgan der Blüte dient, oder bei Sistirung des Wachstums derselben die nächsten Blätter in diese Funktion eintreten, bleibt hier noch ganz unberührt; wir werden später sehen, wie sehr den Spielereien gegenüber, denen sich die neueste Wissenschaft in Betreff der Blütenbildung in der Pflanze hingegeben hat, gerade in diesen Beziehungen die Möglichkeit eines wirklichen Verständnisses der Erscheinung oder der Thatsachen nach der idealen Auffassung gegeben ist.

Zunächst sind wir nun, wenn diese Begriffsbestimmung der Blüte durch die mitaufgenommene Beziehung zur Urform der Pflanze richtig ist, im Stande, den Unterschied der Phanerogamen und der Kryptogamen so zu erfassen, dass sowohl das innere Motiv dieser beiden Hauptentwicklungsstufen des Pflanzenreiches, als auch die allgemeinsten Gesichtspunkte für die Ausgestaltung im Einzelnen uns klar werden. Phanerogamisch ist dem Begriffe der Blüte gemäss eine Pflanze dadurch, dass die Urform resp. das die Urform repräsentirende Individuum zum Behufe der Reproduktion von dem dualistischen Principe des geschlechtlichen Gegensatzes in der Art ergriffen wird, dass der Prozess der Reproduktion als die Umkehrung des Prozesses des Wachstums im Individuum nach der Urform erscheint, woraus zunächst folgt, dass eine phanerogamische Pflanze als Blütenpflanze auch eine Samenpflanze ist d. h. eine solche, welche im Keime schon die Urform darstellt, weil ja ohne dies von einer Blüte nicht die Rede sein kann. Dass dem gegenüber die kryptogamischen Pflanzen als blütenlose auch Sporenpflanzen sind d. h. solche, wo das Individuum in allen Fällen seine Entwicklung mit der einfachen Zelle beginnt, verstehen wir demnach noch leicht, sehr schwierig aber scheint das Verständniss zu werden, wenn wir nun sehen, dass auch in das Gebiet der kryptogamischen Pflanzen der dualistische geschlechtliche Gegensatz hereinbricht, ohne aber noch jene ideale Bedeutung zu gewinnen, welche vor allen phanerogamisch die Pflanzenwelt zu jenem Wunderwerke des gestaltenden Principes und die Erde zum Paradiese macht und in der That stehen wir ja an dem Punkte, wo die jetzige Wissenschaft allerdings einerseits ihre grössten Triumpfe feiert, aber auch anderseits am klarsten ihre Unzulänglichkeit

bekundet. — Es ist aber notwendig, oder wird wenigstens gut sein, um jene Räthsel der Kryptogamenwelt zu lösen, zuerst noch auf die Phanerogamen zurückzublicken, um vorab wenigstens die so deutlich ausgesprochene Hauptunterscheidung der Monokotylen und Dikotylen aus dem Principe zu verstehen (die Gymnospermen rechne ich vorläufig einfach zu den Dikotylen). Es kommen dabei zwei in die Gestaltung eingreifende Punkte zur Sprache, erstens die Unterscheidung der Blüte (d. h. der vollständigen und vollkommenen Blüte)*), als unterständige, oberständige und umständige, und zweitens der Begriff des Blütenstandes. Der letztere ergibt sich leicht als begründet in der Thatsache, dass die Pflanze als ein durch Knospung vielfach zusammengesetztes Individuum verwirklicht wird. Ist das einigermaassen auch schon bei den Kryptogamen der Fall, so gewinnt es eine eingreifende Bedeutung doch erst bei den Phanerogamen, weil, wenn nun die Knospen zu Blüten umgewandelt werden, dann sofort die Frage wesentlich sich einstellt, nach welcher Ordnung und in welchem Grade dies erfolgt. Wird die Endknospe zur Blüte umgewandelt, so kann, wenn nicht Seitenknospen sich bilden, natürlich nicht allein von weiterer Blütenbildung, sondern auch von weiterer Entwicklung des Individuums, insofern dies ja in der Blüte sein Ziel hatte, nicht die Rede sein. Kommen zunächst nur Seitenknospen zur Blüte, so kann sich, da die Seitenaxen wieder relative Hauptaxen werden können, das Spiel in endloser Abfolge wiederholen und verwickelte Verhältnisse sich bilden, Daraus ergibt sich, wie ein eingreifendes Moment für die Gestaltung in dem Begriffe des Bütenstandes liegt. Viel schwerer zu verstehen ist die Bedeutung der Unterscheidung der Blüten als oberständige, unterständige und umständige. welche auch in der That von der wissenschaftlichen Botanik noch nie in ihrem Werte recht gewürdigt ist, weil sie weder die ideale Bedeutung der Urform, noch die der Blüte selbst erkannt hat. Die ideale Bedeutung der Blüte ist aber das Gegenbild des Sonnensystems zu sein und daher die der Idee entsprechende typische Form der Blüte die freiblättrige regelmässige (aktinomorphe) unterständige Blüte, wo die Staubgefässe und die Decken in regelmässiger Abfolge um den centralen Fruchtknoten stehen. Stellen wir uns nun ein Pflanzenindividuum nach der Urform in einer der Bedeutung der Pflanze in der Natur entsprechenden also kolossalen Grösse vor, so wird uns allerdings nichts hindern, an derselben die Endknospe in der Weise zur Blüte umgewandelt uns vorzustellen, dass die wirkliche Axenspitze den centralen Teil bildete und die Staubgefässe und Decken unter ihr und um sie in der typischen Blütenform sich ordneten. Nun ist aber eine solche kolossale Vorstellung nicht die Wirklichkeit der Natur (wie die Idee überhaupt

---

*) Vollständig nenne ich die Blüte, welche die beiden wesentlichen Teile hat; vollkommen die, welche ausser den beiden wesentlichen Teilen auch noch aus einem oder zwei Blattkreisen bestehende Blütenhüllen hat. Ob diese, wie typisch bei der monokotylen (dreizähligen) Blüte aus zwei Kreisen bestehe, welche aber beide kronenartig entwickelt sind, oder wie typisch bei der dikotylen Blüte aus zwei verschiedenen Kreisen, der Krone und dem Kelche, ist für den Begriff der vollkommenen Blüte nicht maassgebend. Insoweit man beim Begriff der Blüte (Blume) unwillkürlich an die Krone denkt, sehe ich in der monokotylen Blüte ein überschlagendes Moment der Blütenbildung, wogegen dann die dikotyle Blüte, deren Krone typisch auf einem fünfzähligen Blattkreis beruht, der von einem blätterartig bleibenden umgeben ist, den reinen Begriff der vollkommenen Blüte durchsetzt.

nicht die Vorstellung ist), sondern das aus vielfacher Wiederholung der Urform in der Knospenbildung sich aufbauende zusammengesetzte Individuum, welches anderseits, wie wir schon sahen, auch den Blütenstand begründet. So kann nun auch die typische Darstellung der Blüte nicht in der einfachen Weise erfolgen, wie wir nach jener Vorstellung uns einbilden können, sondern sie bedingt einen Kampf der Idee der Blüte mit der Urform, um die Richtigstellung der centralen und der peripherischen Bestandteile zu gewinnen und das ist es, was in der Unterscheidung der unterständigen, oberständigen und umständigen Blüte sich ausspricht. Die Axenspitze ist als Centrum nur ein verschwindender Punkt; soll sie als Samenerzeugerin reale Bedeutung gewinnen, so muss sie entweder sich aufgeben und zu einem Zellraum werden oder mehr oder weniger Blätter zur Bildung des centralen Teiles der Blüte verwenden. So sehen wir, wie diese Unterscheidung und der Begriff des Blütenstandes mit einander und beide mit dem Individuum als Urform in innerer Beziehung stehen und wie hierauf die ganze reiche Gestaltung der Phanerogamenwelt begründet sein könne. Ich werde zeigen, dass die Unterscheidung der Monokotylen und Dikotylen darauf beruht, dass bei jenen mit dem Eintritte der Blütenidee in die Entwicklung die drei Grundbegriffe Individuum, Blüte und Blütenstand noch nicht klar sich auseinandergesetzt haben, und eben in dieser Verschlingung das ideale Moment für die Gestaltung der Monokotylen liegt, woraus sich dann die Bedeutung der Dikotylen von selbst ergibt. Was die Ergebnisse der Beobachtung über die Bildung der unterständigen, oberständigen und umständigen Blüte angeht, so will ich hier nur vorläufig bemerken, dass die oberständige Blüte *) in zweierlei Weise zu Stande kommen kann, entweder dadurch, dass der hohlgewordene obere Teil der Axe, sei's, dass wirklich eine Aushöhlung desselben stattfindet, oder dass durch Ueberwallung durch einen emporwachsenden Ring ein Hohlraum sich bildet, unmittelbar den Fruchtknoten bildet, oder dadurch, dass die Kelchblätter mit dem Fruchtknoten verwachsen, sei's vollständig, was dann die oberständige Blüte in der Weise bewirkt, dass sie jener ersten Art gleichartig ist, oder unvollständig, was die umständige Blüte bewirkt. Der reine Typus der unterständigen Blüte kömmt nur dadurch zu Stande, dass für den Fruchtknoten als Centralorgan der Blüte Blätter in der Art verwandt werden, dass er frei und isolirt im Centrum der Blüte erscheint. Dass in gewisser Weise auf anderem Wege dasselbe erreicht wird, wenn die auf dem Kelchringe stehenden Blumenblätter und Staubgefässe den oder die im Centrum stehenden Fruchtknoten frei umgeben, sei hier nur vorläufig bemerkt; auch will ich, was die kolossale Grösse der eingebildeten Urblüte angeht, vorab schon daran erinnern, dass die Erklärung einer monströsen Rafflesia in ihrer kolossalen Grösse nicht ausserhalb der Aufgabe der idealen Auffassung liegt. Noch bemerke ich, dass die Unterscheidung der verwachsenblättrigen und freiblättrigen und weiter die Unterscheidung der regelmässigen und unregelmässigen Blüte einen systematischen Wert für mich erst bekommt auf Grundlage der Unterscheidung der unterständigen, oberständigen und umständigen, die gegenüber den bisherigen Versuchen der

---

*) Oberständig nenne ich die Blüte, wo die Krone entschieden auf dem Fruchtknoten steht. Ich gehe bei der Benennung naturgemäss, wie mir scheint, von der unwillkürlichen Anlehnung des Begriffes der Blüte an die Krone aus.

Hauptgesichtspunkt für das ideale d. h. das wirkliche System der Pflanzen, zunächst natürlich der Phanerogamen, ist. Hier kam es zunächst nur darauf an, durch Hervorhebung des idealen Momentes für die Unterscheidung der Monokotylen und Dikotylen auf der Stufe der Phanerogamen diese in ihrer inneren Bedeutung gegenüber den Kryptogamen zu erfassen und eben dadurch auch das Verständniss der Kryptogamen möglich zu machen. Das Gemeinsame im Charakter der Phanerogamen ist, dass der in das individualisirende Gestaltungsprincip eingreifende dualistische Gegensatz, indem er an die Urform der Pflanze resp. an die Umkehrung des Wachstumsprozesses im Individuum nach dem Gesetze der Urform zum Behufe der Reproduktion des Individuums angeknüpft wird, zum geschlechtlichen Gegensatze und nun zugleich in der Blüte zur Grundlage einer idealen Ausgestaltung wird zum Zeugniss dafür, dass es sich hier um einen Sieg des Lebens über den Tod handelt. Alles kommt für das wahre Verständniss darauf an, dass wir in dieser Weise den geschlechtlichen Gegensatz, ohne mit der jetzigen Wissenschaft selbst bei der Pflanze einen Roman daraus zu machen, im nüchternen wissenschaftlichen Denken in seiner wahren Bedeutung erkennen, nämlich eben als einen zu überwindenden und, wie die Blüte beweist, wirklich überwundenen Eingriff des Dualismus in das individualisirend gestaltende Princip. Dann werden wir sofort auch den wahren Unterschied der Kryptogamen von den Phanerogamen verstanden haben. Denn an sich ist der Dualismus und der dualistische Gegensatz nur ein negatives Moment und wie desshalb die phanerogamische Entwicklung als die fortschreitende erscheint, weil sie in der Blüte den Eingriff des dualistischen Principes überwindet, so sehen wir in der kryptogamischen Entwicklung, indem in der Ausgestaltung des Individuums die Urform diesem Dualismus unterliegt, vom Moose aus, welches die reine Urform in der blätterzeugenden Axe mit dem Analogon der Blüte in der Erzeugung der kapseltragenden Axe verbindet, eine Zerlegung der Urform und weiterhin der ganzen Pflanzenidee dargestellt, die sich ähnlich wie der Fortschritt der Phanerogamen in den zwei Stufen der Monokotylen und Dikotylen, in den zwei Schritten der höheren und der niederen Kryptogamen vollzieht. — Der Prozess der phanerogamen Pflanze ist, wie wir gezeigt haben, die Darstellung der Urform im Wachstum des Individuums und die Reproduktion eines Individuums derselben Form mittelst der Umkehrung des Wachstumsprozesses des Individuums in der Blüte. Die Form behauptet sich, das ist das wesentlichste; wenn ich den Samen von irgend einer Art habe, so weiss ich, dass ich durch das Wachstum desselben dieselbe Art wieder bekomme. Der Prozess ist für mein Denken ein beständig sich wiederholender Wechsel zwischen der anschaulichen Darstellung der Form im Wachstum des Individuums und der begrifflichen Zusammenfassung der Form im Samen, die wohl vervielfältigt aber nicht wesentlich verändert aus der Umkehrung des Prozesses des Individuums im geschlechtlichen Prozesse hervorgeht. — Greifen wir jetzt auf das oft genannte Laubmoospflänzchen zurück, welches unmittelbar aus dem algenartig-fadenförmigen Vorkeim, der aus der Spore entstanden ist, erwachsen die Urform, aber nur in ihrem eigentlich positiven Teil, der emporwachsenden blättererzeugenden Axe, rein und klar darstellt. Auf ihr bilden sich zelldifferenzirende Organe, Archegonium und Antheridium genannt, analog dem Stempel und dem Staubgefässe der Phanerogamen, aber nicht wie diese auf den Gegensatz von Axenspitze

und Blatt bezogen und nicht einen Samen, ein neues Individuum im Keime, erzeugend, sondern ein zweites, ganz anders gestaltetes Individuum, eine blattlose, mit der sporenerzeugenden Kapsel endende Axe, welche aber nicht bestimmt ist, ein selbständiges Leben zu beginnen, sondern welche sich der Mutterpflanze mechanisch, wie ein Parasit könnte man sagen, einkeilt, um mit ihr zusammen ein anschauliches Individuum darzustellen, welches, wie es in seinem ersten Teile die Urform rein darstellt, so in seinem zweiten, der Kapsel, die man kühn das wunderbarste Gebilde der ganzen Pflanzenwelt nennen kann, den ganzen Blüten- und Fruchtbildungsprozess der Phanerogamen vorbildet. Unter den Laubmoosen stehen die Lebermoose, im Wesentlichen den Entwicklungsgang der Laubmoose bewahrend, aber schrittweise bis zur Form der Thallophyten herabsinkend. Neben den Laubmoosen stehen die Farne und Schachtelhalme (Gefässkryptogamen) gemeinsam von den Moosen im Entwicklungsgange sich so unterscheidend, dass sie den Zelldifferenzirungsprozess, den geschlechtlichen Dualismus, in den lebermoosartigen Vorkeim verlegen und aus ihm dann die Formen des anschaulichen Individuums hervorgehen lassen, welche den Gegensatz auf der einen Seite einer überreich entwickelten Blattpflanze, auf der andern einer ganz einseitig entwickelten Axenpflanze mit eminentem Spitzenwachstum, also die greifbarste Zerlegung der Urform in ihre beiden wesentlichen Bestandteile, darstellen. Ueber den Moosen endlich stehen die Bärlappe, die in der Entwicklung, wie wir jetzt wissen, sich zu den Farn und Schachtelhalmen stellen, in der Wachstumsform den Astmoosen d. h. der auf die höhere Entwicklung hinweisenden Form der Laubmoose sich anschliessen, zugleich aber das Princip der Zweiteilung nicht blos in den Zweigen, sondern auch in der Wurzel so in sich aufnehmen, dass sie darnach als Dichotome charakterisirt werden.

Wenn wir diese die Hauptgruppe der höheren Kryptogamen umfassende Gestaltung überschauen; so können wir uns bei zusammenfassendem Denken unmöglich der Thatsache verschliessen, dass wir hier vom Moose (Laubmoose) als Centralpunkt aus gesehen kryptogamisch denselben Entwicklungsgang vor uns haben wie phanerogamisch, nur in der entgegengesetzten Richtung. Wie der phanerogamische Prozess aus dem Moose sich denkend construiren lässt, wenn wir nur an die Stelle des Analogons der Blüte mit dem Archegonium und Antheridium die Blüte mit Stempel und Staubgefäss, an die Stelle des zweiten Individuums, des Sporogoniums, den Samen setzen, wobei also Axenspitze und Blatt in den centralen und peripherischen Bestandteil der Blüte umgewandelt ist, so zerlegt sich kryptogamisch, indem die Zelldifferenzirung, der geschlechtliche Prozess, von der Urform beim Moose in den Vorkeim beim Farn und Schachtelhalm zurückgelegt wird, das Wachstum in die beiden Bestandteile der Urform. Und so gestaltet sich der Prozess bei den Gefässkryptogamen, die im inneren Aufbau des Individuums ebenso viel höher und den Phanerogamen näher stehen als sie durch das Aufgeben des Analogons der Blüte und die Verlegung der Zelldifferenzirung in den Vorkeim sich von ihnen entfernen und niedriger stehen, genau in umgekehrter Weise als bei den Phanerogamen. Wie phanerogamisch das ausgewachsene (anschauliche) Individuum durch die Blüte den Samen erzeugt, der begrifflich ein neues Individuum derselben Form repräsentirt, so erzeugt umgekehrt bei den Gefässkryptogamen der geschlechtliche Prozess

aus dem Vorkeim das anschauliche Individuum, die Farnkraut- und Schachtelhalmpflanze, die in ihrem Gegensatze als Blatt und Axenpflanze die Zerlegung der beiden Elemente darstellen, deren Vereinigung im Moose die Urform repräsentirt. Die wissenschaftliche Botanik hat, indem sie diese in der Natur vorliegende Entwicklung denkend nicht erfasste, daraus die Ungeheuerlichkeit gemacht, dass die ausgewachsene Farnkraut- und Schachtelhalmpflanze als Erzeugniss des geschlechtlichen Prozesses gleichwertig sei mit der zweiten Generation beim Moose, der Seta mit der Kapsel, welche aber hier nicht eine selbständige Pflanze, sondern die zweite Hälfte des fertigen Moospflänzchens bildet. Richtig ist ja, dass beide, sowohl die Farnkraut- und Schachtelhalmpflanze als die Mooskapsel erstens aus dem Zelldifferenzirungsprozess entstanden sind und dass sie zweitens geschlechtslos Sporen hervorbringen, die die Stelle des Samens vertreten. Aber weil man die Thatsache der Zelldifferenzirung nicht in ihrer wahren und allgemeinen Bedeutung als einen Eingriff des dualistischen Principes in die organische Gestaltung, sondern nur in ihrer besonderen Bedeutung als geschlechtlichen Prozess, die sie aber erst in der phanerogamischen Pflanze durch ihre Beziehung zur Reproduktion des Individuums bekommt, betrachtete, so hat man sich von den Thatsachen der Beobachtung bei den Kryptogamen überraschen lassen und den Hauptpunkt übersehen, dass nämlich in der in den Moosen angedeuteten und, um mich drastisch auszudrücken, nahezu erreichten, in den Phanerogamen aber ausgeführten Bindung des Zelldifferenzirungsprozesses an die Urform das ideale Entwicklungsmoment in der Gestaltung des Pflanzenreiches liegt, wesshalb dann, um mich wieder drastisch auszudrücken, mit dem ersten das Ziel nicht erreichenden Anlaufe im Moose durch die Zerlegung der Urform in ihre beiden Grundmomente, das peripherische Blatt und das centrale Spitzenwachstum der Axe, der positiv fortschreitenden Entwicklung in den Phanerogamen gegenüber die rückschreitende Entwicklung in den niederen Kryptogamen eingeleitet ist. Aus diesem Missverstande des geschlechtlichen Prozesses ist dann auch die sonderbare Lehre vom Generationswechsel bei den niederen Organismen und zunächst bei der Pflanze hervorgegangen, während doch die in der Natur vorliegende Thatsache nichts anderes besagt, als dass der geschlechtliche Prozess, oder um mich nun korrekt auszudrücken, der Zelldifferenzirungsprozess an verschiedenen Stellen in die organische Entwicklung eingreift. Doch will ich meine kritische Auseinandersetzung mit der jetzt geltenden wissenschaftlichen Auffassung auf die nachfolgende genauere Durchführung und auf die erkenntnisstheoretischen Bemerkungen verschieben und an dieser Stelle nur noch die Bedeutung des Mooses, als der Centralform der kryptogamischen oder vielmehr der ganzen pflanzlichen Entwicklung in ihrem Verhältnisse zur Krystallisation ins Auge fassen, wobei ich immer nur nicht zu vergessen bitte, dass ich es als die wissenschaftliche Aufgabe des Denkens erkenne, Krystallisation, Pflanze und Tier als Resultat und Wirkung desselben den Stoff gestaltenden Individualisationsprincipes aufzuweisen. Was die centrale Stellung des Mooses angeht, so will ich das vorhin über die Stellung der (Laub-) Moose zu den Farn und Schachtelhalmen, Lebermoosen und Lykopodien (Bärlapp) Gesagte doch hier nur andeutend durch die Bemerkung ergänzen, dass, wie durch die Lebermoose ihre Beziehung zu den Thallophyten, Algen, Pilzen, Flechten, so durch die Lykopodien ihre Beziehungen zu der die Stufe der Kryptogamen gegen die Phanerogamen

abschliessenden Reihe der Heterosporen (zu denen ich die Rhizokarpeen, Isoëtes und die Salaginellen und die Charazeen rechne) angezeigt ist, so dass sie, da sie ja als kryptogamische Centralform die ganze phanerogamische Entwicklung andeutend anticipiren, mit Recht als die Centralform der ganzen Entwicklung oder Gestaltung des Pflanzenreiches auf Erden bezeichnet werden können. Und so gefasst ist das Verhältniss der lebendigen pflanzlichen und insoweit der ganzen Organisation auf Erden zum Krystalle gerade in dem die Moose spezifisch charakterisirenden und sie von allen anderen Pflanzen unterscheidenden Entwicklungprozesse unzweideutig ausgesprochen. Das Eigentümliche und Besondere in der Entwicklung der Moose ist dies, dass das Sporogonium weder wie der Same der Phanerogamen ein selbständig von der Mutterpflanze sich ablösendes Individuum noch wie eine Knospe ein ursprünglich mit der Mutterpflanze im organischen Verbande stehendes Ganzes, sondern dass es von Anfang an als die befruchtete Centralzelle des Archegoniums ein neues freies Individuum ist, welches aber für die ganze Dauer seiner Entwicklung auf die Mutterpflanze angewiesen bleibt, nicht vermöge eines organischen Verbandes, sondern nur vermöge einer mechanischen Verbindung, indem die Axe mit ihrer unteren Spitze in das Zellgewebe der Mutterpflanze sich einkeilt. Hier sehen wir also ein rein mechanisches Princip in die organische Entwicklung eingreifen, nicht in dem Sinne, wie jede stoffliche Erscheinung und also auch die Zelle und der Organismus als Stoffliches dem mechanischen Principe unterliegt und ein Moment der Krystallbildung in sich hat, sondern so, dass gerade an dem Wendepunkte der ganzen organischen Gestaltung in der Pflanze, an dem Uebergangspunkte der niederen Stufe zu der höheren, der Mechanismus in den Prozess eingreift, zum Wahrzeichen dafür, dass eben in der organischen Entwicklung das mechanische Princip überwunden werden soll, gerade wie wir den geschlechtlichen Prozess auch als die Ueberwindung des in die organische Gestaltung hineingreifenden Dualismus verstanden haben. Wem diese Auffassung zu metaphysiseh oder zu platonisch erscheint, den könnte allein schon die kubische Form der Kapsel von Polytrichum, dem typischen Laubmoose, eines Besseren belehren. Das weitere wird sich geben. —

Zum Schlusse dieses Abschnittes habe ich nur noch einige Bemerkungen nachzutragen. Zuerst wird man aus dem Gesagten schon entnehmen, dass ich die im Allgemeinen noch geltende Einteilung der Pflanzen in Phanerogamen und Kryptogamen und der Phanerogamen in Monokotyle und Dikotyle, sowie der Kryptogamen in höhere und niedere festhalte, aber durch exakte Begriffsbestimmung und tiefere Begründung die Eingriffe bekämpfe, welche die neueste Wissenschaft durch Aufstellung der Gymnospermen als einer Mittelstufe zwischen Kryptogamen und Phanerogamen, ferner durch die Stellung der Charazeen zu den Algen, auch der Lykopodien zu den Salaginellen und anderes in die richtigere aber nicht gehörig begründete ältere Einteilung gemacht hat. Die wichtigste Instanz bilden die Gynmospermen, welche nach meiner Auffassung nur als eine rückschreitende Form der Dikotylen, als eine von der höchsten Entwicklungsstufe auf die untere zurückweisende Form verstanden werden können. Das ist für die ideale Auffassung nicht etwa ein Notbehelf, sondern das ist eben das Wesen und die Wahrheit der idealen Auffassung. dass die ganze Entwicklung nur von einem höheren Gesichtspunkte aus, der, wie wir gesehen haben, für die Pflanze im Moose unzweideutig be-

zeichnet ist, verstanden werden kann als zugleich voranschreitend und rückschreitend, differenzirend-verbindend-aufbauend und zerlegend-auflösend, was für die Methode, aber auch nur für die Methode, den analytischen sowohl wie den synthetischen Weg berechtigt und begründet. Es ist aber so, weil es in der Natur um einen Kampf ums Dasein sich handelt, aber nicht im materiellen, sondern im idealen Sinne, um die Realisirung einer Idee, um den Ausdruck eines Gedankens in der stofflichen Gestaltung. Das Verhältniss der drei Hauptgestaltungsstufen zu einander, der Kryptogamen, Monokotylen und Dikotylen ist genau durch den Grad der Darstellung der Urform im Individuum auf jeder derselben bezeichnet; bei den Moosen als den Repräsentanten der Kryptogamen durch die blättererzeugende Axe ohne Wurzel, bei den Monokotylen durch die Unterdrückung der im Keime vorhandenen (Haupt) Wurzel, bei den Dikotylen durch die durchgesetzte Urform, die nun zugleich aber die Blüte in die Urform aufgenommen hat und desshalb jetzt als Grundform bezeichnet sein mag. Da es sich, ideal genommen, nur um die blättererzeugende Axe und die Blüte handelt, während die Wurzel und der geschlechtliche Prozess an sich nur ein negatives Moment vertreten, so ist in der ganzen Entwicklung eine in jeder Weise ausgesprochene Rückbeziehung der Dikotylen auf die Kryptogamen begründet, während die Monokotylen als ein zwischengeworfenes Moment erscheinen. Dieses Verhältniss veranlasst mich, hier noch einen Blick auf die Bedeutung des Zahlengesetzes für die organische Entwicklung zunächst für die Pflanze zu werfen, welche Bedeutung ja dadurch nicht ganz beseitigt werden kann, dass der lebendige Organismus nicht mehr wie der Krystall blos durch ein Zahlengesetz in seiner Gestaltung bestimmt ist. Die Natur spricht aber hier wieder in sehr unzweideutiger Weise. Was zunächst den Aufbau des ganzen Organismus aus der Zelle angeht, so ist für die Stufe der Kryptogamen die Bedeutung der Eins und daneben der Zwei und deren Vervielfältigung scharf ausgeprägt. Die Eins nicht allein darin, dass einzellige Pflanzen nur unter den Kryptogamen (bei den Algen) vorkommen, was durch den Gegensatz der Kaulerpeeen, wo die eine Zelle zur Grundlage einer grossartigen Entwicklung gemacht wird, zu den Diatomeen, wo die eine wunderbar ausgestaltete Zelle beständig in zwei sich teilt, stark hervorgehoben wird, sondern auch darin, dass alle Kryptogamen mit einer Zelle an der Spitze wachsen, während bei den Phanerogamen die Axenspitze durch ein aus sehr vielen kleinen Zellen gebildetes Zellgewebe (Urmeristen) gebildet wird und drittens noch besonders dadurch, dass bei den Moosen die befruchtete Zelle ausdrücklich die Centralzelle des Archegoniums ist in einer Weise, wie es so bei den Phanerogamen nicht wieder vorkommt. Ich könnte hinzufügen, dass bei den Moosen typisch nur ein Sporogonium auf dem Individuum aus den vielen vorhandenen Archegonien sich entwickelt. Auch darin ist aber nun ein Teil des Gesetzes ausgesprochen, dass die Phanerogamen von dem einzelligen Spitzenwachstum der Kryptogamen gleich zu der keiner Zahlbestimmung mehr unterliegenden Zellenmasse des Urmersystems übergehen, aus dem die Differenzirung der speziellen Bildungen als Rinde Holz Markkörper wie aus einer Masse hervorgeht. Neben der so scharf hervorgehobenen Einzahl tritt bei den Kryptogamen namentlich nur noch die Zweizahl und ihre Vervielfältigung auf, jene in der überhaupt nur bei den Kryptogamen vorkommenden Dichotomie der Axe (bei Lykopodien und Salaginellen, die Sachs dess-

halb als Dichotome zusammenfasst) und des Laubes, diese in der ausgesprochensten Weise in dem Mundbesatz der Mooskapsel, wo dann die 64 Zähne bei Polytrichum als $4^3$ trefflich zu der kubischen Form der Kapsel stimmen. Die Dreizahl greift nur in ganz schwachen Andeutungen gestaltend ein. In Betreff der Blätter, deren Stellung ja im Allgemeinen ganz besonders die Frage nach dem Zahlengesetze anregt, ist, was namentlich die Moose angeht, hervorzuheben, dass sie nur spirale Blattstellung und zwar in sehr verschiedenen, auch schon sehr hohen Zahlen haben, was schon auf das Verhalten der Phanerogamen in dieser Beziehung hinweist, wo wir freilich, was von der entscheidensten Bedeutung ist, Blätter nie anders als in der Abfolge nach festen Zahlen, die bei den Familien constant sind, finden, aber durchaus nicht so, dass wir darauf ein durchschlagendes Merkmal für eine natürliche Anordnung, ähnlich etwa wie bei den Formen der Krystalle, gründen könnten. Nur das eine Gesetz ist hier durchschlagend, dass die Monokotylen mit einem, die Dikotylen mit zwei oder mehreren in gleicher Höhe gestellten Blättern beginnen, wo wir dann in der durchaus vorherrschenden Zweizahl bei den Dikotylen um so mehr eine Rückbeziehung auf die Kryptogamen erkennen dürfen, als keine Trikotylen vorkommen, sondern bei einem mehr als zweiblättrigen Wirtel, wie in der Regel bei den Koniferen, gleich auch eine höhere Zahl 5, 7 gegriffen wird. Interessant wird diese Bemerkung, wenn wir nunmehr zu der Blüte übergehen, bei der sich allerdings sehr feste die Entwicklung scharf bestimmende Zahlengesetze nachweisen lassen. Man muss dabei nur nicht zu äusserlich vorgehen, sondern zuerst berücksichtigen, in wie weit alle Kreise der Blüte oder nur einige und welche dann nach einer festen Zahl gestaltet sind und zweitens, dass nicht die Staubgefässe, sondern die Kronenblätter das maassgebende Moment sind. Die Staubgefässe schwanken, wenn man die ganze Entwicklung übersieht, zwischen 1 und einer unbestimmten Menge, welche freilich in den meisten Fällen (in allen jedoch nicht) auf Verdopplung oder Teilung einer einfacheren Grundzahl zurückzuführen ist. Eine unbestimmte Vermehrung der Kronenblätter aber kommt nur in wenigen Fällen vor, wo die Stellung eine überschlagende Blütenentwicklung nachweist. Es ist aber diese Bemerkung desshalb nicht ohne Bedeutung, weil gerade die Kronenblätter der organisch unbedeutendste und entbehrlichste Bestandteil der Blüte sind, ähnlich wie der Mundbesatz bei der Mooskapsel. In Beziehung auf diese festen Zahlen in der Gestaltung der Blüte also ist es interessant zu bemerken, dass gerade hier die Dreizahl mit so überwiegender Macht in die Gestaltung eingreift, zunächst im Gegensatze dazu, dass wir Pflanzen mit drei Samenblättern nicht haben. Die monokotyle Blüte ist geradezu als die dreizählige zu bezeichnen, und die durchschlagend fünfzählige der Dikotylen ist, als auf einen ineinandergeschobenen Wirtel von $^2/_3$ Stellung zurückzuführen, ja nur die Combination der Dikotylen 2 und der Monokotylen 3. Dikotyle dreizählige oder vierzählige Blüten zeigen eine Rückbeziehung auf die Monokotylen oder die Kryptogamen an und ich werde zeigen, wie sich in der überraschendsten Weise die Combinationen in den einzelnen Fällen nach diesem Gesichtspunkte aufklären. —

So viel zur Vorbereitung auf die ausführliche Darlegung des Pflanzensystemes. Auf das Tierreich will ich in dieser vorbereitenden Weise hier noch nicht eingehen und nur, um den inneren Zusammenhang schon hier anzudeuten, bemerken, dass auch im Tierreich der typischen Gestaltung

die Axe zu Grunde liegt, aber die gegliederte, welche im Pflanzenreiche nur eine nebensächliche und in der Weise, wie sie der tierischen Organisation zu Grunde liegt, ausdrücklich gemiedene Stellung hat. Opponirte Blätter kommen nicht anders vor als mit Drehung von 90°, so dass die Paare übers Kreuz stehen; es kann also auch keine gegliederte Pflanzenaxe mit zweizeiligen Blättern (Seitenanhängseln) geben. (Wenn bei einem Grashalme, wo die Blätter $^1/_3$ Stellung haben, je das zweite Blatt auf die Höhe des ersten hinabgeschoben würde, so würden wir eine gegliederte Axe mit zweizeiligen Blättern haben; aber Gräser haben eben nie opponirte Blätter.) Die gegliederte Axe als Grundlage des tierischen Organismus hat aber zweizeilige seitliche Fortsätze und gerade auf dieser Anordnung beruht die typische Grundform der tierischen Organisation und wie hierin, so können wir schon in der gerade beim Tiere schliesslich entscheidend durchschlagenden Vierzahl eine Rückbeziehung auf die Kryptogamen und weiterhin auf die krystallinische Normalform ahnen, die uns nicht mehr von vorn herein als ein vages Gedankenspiel erscheinen wird, wenn wir den Gedanken der Gestaltung des Organismus durch ein der ganzen Gestaltung des Stoffes zu Grunde liegendes individualisirendes Gestaltungsprincip in uns aufgenommen haben. Doch will ich hier nicht eher sprechen, als die Wirklichkeit der Gestaltung nach dem zu Grunde liegenden Principe bis ins Einzelne hinein genau nachgewiesen ist. —

Indem ich nunmehr an diese Aufgabe, zunächst was die Pflanze angeht, herantrete, befinde ich mich in der angenehmen Lage meine schon im Jahre 1859 in der Schrift: Das Formentwicklungsgesetz im Pflanzenreiche (und den kleineren sich daranlehnenden: Der Gedanke in der Gestaltung des Pflanzenreichs; der Gedanke in der Gestaltung des Tierreichs; auch in der Häckelogonie und den darwinistischen Beobachtungen und Bemerkungen) vollständig dargelegten, aber von der geltenden Wissenschaft unter der Herrschaft der darwinischen Hypothese vollständig ignorirten Gedanken nicht gegen den Fortschritt der Spezialerkenntniss, sondern nur gegen die fortschreitende Inkonvenienz und Unhaltbarkeit der materialisirenden Auffassung in der sogenannten Entwicklungs- oder Blutverwandtschaftstheorie verteidigen zu brauchen, die sich in diesem Augenblicke gerade auf die Punkte concentrirt hat, die ich in meiner Schrift als die Haltpunkte meiner idealen Auffassung bezeichnet habe und zwar in der Weise, dass die namhaftesten Vertreter der wirklichen Wissenschaft sich gerade an diesen Punkten den Thatsachen der Beobachtung zuwider wie in einer Sackgasse verrannt haben. Dass ich mich um die rein phantastischen Construktionen Häckels und seiner Nachfolger in meinem positiven Aufbaue nicht weiter bekümmere, versteht sich von selbst, aber ich leugne die Berechtigung des ganzen Einflusses, den die sogenannte Entwicklungstheorie auf die Hauptvertreter der wissenschaftlichen Botanik der Gegenwart, Sachs, Pringsheim, auch Eichler u. s. w., geübt hat, indem sie freilich die feste Unterscheidung der Arten als ein für uns wenigstens historisch in der Natur gegebenes anerkennen, aber dessungeachtet unwillkürlich den Begriff der Entwicklung von den Individuen, die man beobachtend unter der Hand hat, auf die Entwicklung der Arten aus einander übertragen. Ich bezeichne dieses als einen Fehler im Denken, der auf den ganzen Stand der Wissenschaft einen unmittelbar beirrenden Einfluss, wenn auch noch nicht auf die Beobachtung des einzelnen Vorganges selbst, so doch auf die nächste denkende Zusammenfassung des

Beobachteten ausübt, indem man nicht allein allgemein anfängt, der vermeintlichen phylogenetischen Abstammung (die, insoweit sie auf Thatsachen der Beobachtung sich beruft, mit der idealen Auffassung zusammenfällt und ihr nur unterschoben wird) ein Gewicht beizulegen, sondern auch, namentlich was die Blüte angeht, das, was in der Natur der theoretischen Auffassung nicht zu entsprechen scheint, durch die hypothetische Abstammung glaubt erklären zu können und erklärt zu haben. Ich werde dem gegenüber mit unerbittlicher Strenge den ächten naturwissenschaftlichen Standpunkt einhalten, der jede individuelle Erscheinung so nimmt, wie sie in der Natur gegeben ist und sie demnach in den Zusammenhang und den Gedanken des Ganzen einzuordnen sucht. Ich werde z. B. nicht unvollständige Blüten desshalb, weil die Blüte typisch und theoretisch die vollständige Blüte ist, genetisch aus dieser herleiten, sondern ich werde genau beachten, unter welchen Verhältnissen die vollständige und unter welchen die unvollständige Blüte vorkommt, und aus der Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse den Schluss auf das Ganze ziehen. Ich halte mich nicht berechtigt, da, wo nach der theoretischen Construktion ein Kreis in der Blüte zu fehlen scheint, ein solches Vorkommen durch nur vorausgesetzte genetische Entwicklung auf die Norm zurückzuführen, sondern dieses Vorkommen ist mir eben der Fingerzeig, den der Gestaltung zu Grunde liegenden Gedanken und so die betreffende Form an ihrer Stelle in der ganzen Entwicklung zu verstehen. Erst eine solche Durchführung wird den unermesslichen Abgrund der Gedankenlosigkeit eröffnen, in den der sogenannte Darwinismus die denkende Menschheit führt. —

Die Terminologie betreffend bemerke ich schliesslich, dass ich mich möglichst an den hergebrachten Ausdruck halte. Von Gattungen und Arten sprechen wir unbekümmert um die neuen Theorieen im Sinne Linné's, möge man immerhin sich für berechtigt halten, die Arten als Varietäten der Gattungen zu betrachten. Ebenso richte ich mich in Betreff des Individuums nach der Anschauung; ein Eichbaum, der aus Myriaden von Zellen besteht und hunderttausende von Knospen trägt, ist mir gleichwohl ein Individuum, sowie zwei Tannenbäume zwei Individuum, wenn sie auch vielleicht in der Wurzel mit einander kommuniziren. Dass die Frage nach dem Individuum bei der Pflanze nicht zu lösen ist, ohne auf die Urform zurückzugehen, habe ich oben gezeigt und die Beantwortung derselben schliesst das ganze natürliche Pflanzensystem in sich, aber die Sprache des Lebens darf davon nicht berührt werden, so wenig wie beim Sonnen-Auf- und Untergang. Auch die Ausdrücke Androceum und Gynaezeum, Phyllom und Kaulom habe ich mir nicht aneignen können und selbst wissenschaftlich berechtigte, weil neue Thatsachen bezeichnende, wie obdiplostemonisch und ähnliche suche ich zu vermeiden. Die Botanik vor allen anderen Zweigen der Wissenschaft hat ein Recht vor der Pedanterie der technologischen Ausdrücke möglichst bewahrt zu bleiben. Bei der Ausführung lege ich die oben genannte Schrift zu Grunde in der Weise, dass ich ihre Resultate nicht im einzelnen wiederhole, sondern mit den neueren Beobachtungen confrontire. Die schwere Aufgabe, die ungeheure Masse des Stoffes in einem dem Zwecke dieser Schrift entsprechenden Maasse zu bewältigen, werde ich durch Schemata zu erreichen suchen, die keinen anderen Zweck haben als diesen, obwohl auch so die Neben- und Uebereinanderstellung nicht ganz gleichgiltig ist. —

# V. Das Pflanzenreich.

## I. Die Kryptogamen.

Isoetes.
Rhizokarpeen. *Heterosporen.* Charazeen.
Selaginellen.

---

Bärlappe.
Farne. *Gefässkryptogamen.* Schachtelhalm.

---

Laubmoose.
**Moose.**
Lebermoose.

---

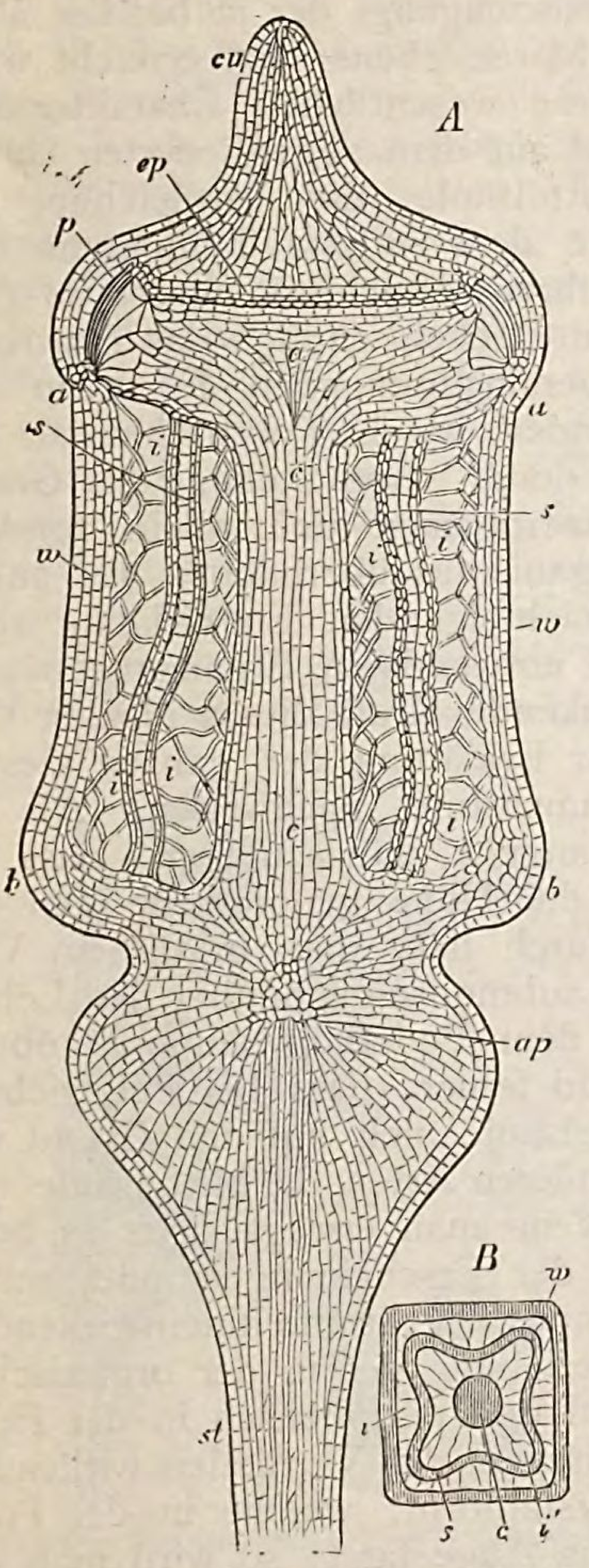
*Thallophyten.*
Flechten. Pilze.
Algen.

Die Ausführung und Rechtfertigung dieses Schemas wird mich von selbst auf den Punkt der kritischen Entscheidung zwischen der idealen Auffassung und der Blutverwandtschaftstheorie führen. Ich beginne mit den Moosen.

Die Moose als die Centralform nicht blos der Kryptogamen, sondern im oben erklärten Sinne des ganzen Pflanzenreiches prägen auch den formellen Grundgedanken der ganzen idealen Auffassung, nämlich eine im gleichen Schritte voranschreitend aufbauende und rückschreitend zerlegende Entwicklung in dem Verhältnisse der Laubmoose zu den Lebermoosen in einer so vollständigen Weise aus, wie es nur dieses eine Mal geschehen kann. Wir fassen zunächst die Laubmoose ins Auge.

Der Bestand unserer Laubmooskenntniss weist zwei allgemein anerkannte Hauptabteilungen auf, die akrokarpischen, wo die zweite kapselbildende Axe als die gerade Fortsetzung der ersten blättererzeugenden Axe erscheint und die pleurokarpischen, wo die zweite Axe der ersten seitlich angefügt ist. Nach der Idee des Mooses müssen wir die typische Form bei den akrokarpischen Moosen suchen; und das ist in der Natur

dadurch angezeigt, dass alle Laubmoose genau gesehen akrokarpisch sind, indem die pleurokarpischen nur dadurch zu Stande kommen, dass vollständige meistens auch eigens bewurzelte akrokarpische Individuen der mächtig entwickelten niedergestreckten ersten Hauptaxe seitlich angesetzt werden, worin über die Moose hinaus auf die die Phanerogamen speziell die Dikotylen charakterisirende zusammengesetzte Entwicklung des Individuums durch Knospenbildung hingewiesen wird. — Unter den akrokarpischen Moosen sind die Polytricheen durch so viele besondere Bildungen, deren jede einen Beitrag zum idealen Verständnisse liefert, hervorgehoben, dass wir sie unbedenklich als die typische Form im eminenten Sinne in Anspruch nehmen. Fassen wir zuerst die zweite Axe ins Auge, welche wie bei allen Laubmoosen aus der befruchteten Centralzelle des Archegoniums in der Weise entsteht, dass dieselbe zuerst durch eine nahezu horizontale Querwand in zwei Hälften geteilt wird, deren untere ohne weiteres Wachstum sich in das Gewebe der ersten Axe einkeilt, während die obere zu der schwach dreiseitigen von einem centralen aus gefässartig verlängerten Zellen gebildeten Strange durchsetzten Axe auswächst, bis dann auch die oberste Zelle zu produziren aufhört und dadurch, indem die darunter liegenden lebhaft weiter produziren, eine gleichmässig anschwellende Zellmasse sich bildet, aus der nun durch einen rein plastischen Akt ohne jede je denkbare Einwirkung von aussen die Kapsel in ihrem komplizirten Baue sich herausbildet, wie die beistehende Figur zeigt. Man bemerke den in auffallender Weise central gebauten Untersatz (Apophyse), die die Kapsel durchsetzende Mittelsäule, welche oben in eine die Oeffnung der Kapsel überspannende Haut übergeht, die sich später als Tympanum ablöst; ferner den die Mittelsäule concentrisch umgebenden aber von ihr wie von der äusseren Wand durch einen leeren (mit algenartigen Fäden durchsetzten) Raum getrennten Sporensack, wodurch ein mehrfach concentrischer Bau der Kapsel bewirkt wird, dessen durch die in den Sporensack übergreifende Vierseitigkeit der Kapselwand etwas gestörten Eindruck wir vorläufig unbeachtet lassen wollen; ferner

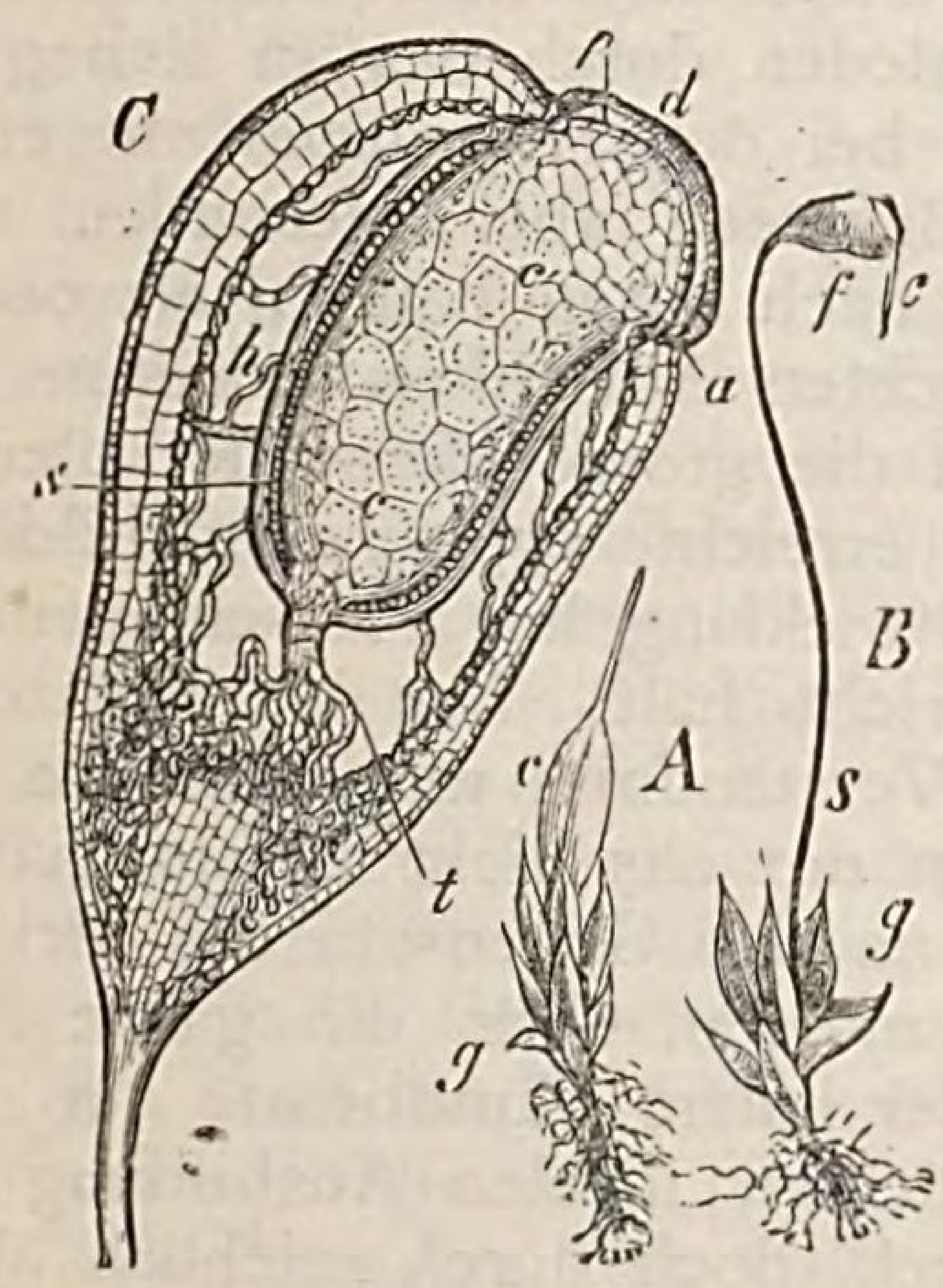



*A*. Längsschnitt der Kapsel von Polytrichum piliferum 15mal vergrössert. *B*. Querschnitt 5mal vergrössert. *w* Kapselwand. *cu* Deckel. *cc* Columella. *p* Peristom. *ep* Epiphragma (Tympanum). *aa* Annulus *ll* Lufträume von algenartigen Fäden durchzogen. *s* Sporensack mit den Urmutterzellen. *st* Seta, deren oberer Teil *ap* die Agophyse bildet.

den in das Tympanum eingreifenden Mundbesatz aus 64 Zähnen, welche aus hufeisenförmig sich so erhebenden Zellen, dass je zwei nebeneinander liegende Schenkel zu einem Zahne sich zusammenfügen, gebildet sind; endlich den kuppelförmigen Deckel, der an seiner Spitze als schief aufsitzende Mütze, den abgerissenen oberen Teil des Archegoniums trägt, welche wieder aus ihrem Gipfel die langen abwärts wachsenden, die ganze Kapsel umhüllenden Haarschopf erzeugt, von dem die Familie ihren Namen bekommen hat. Dass nun diese komplizirte Bildung ihre Bedeutung nicht in dem nächsten Zwecke der Sporenerzeugung, der ja bei der allereinfachsten Bildung der kleistokarpischen Moose ebenso gut erreicht wird, erfüllt, ist offenbar. Dass aber alle diese wesentlichen Charakterzüge, die Hervorhebung der eigentlichen Kapsel auf dem abgegliederten Untersatze, der concentrische Bau um die Mittelsäule, die Ausgleichung der peripherischen und centralen Richtung in dem in das Tympanum eingreifenden Mundbesatz, welche dann ihren Abschluss findet in dem kuppelförmigen sich horizontal ablösenden Deckel, endlich das Auftreten der kubischen mit den 64 Zähnen übereinstimmenden Form in der xonprophetischen Stellung ihre Deutung finden, welche Polytrichum als die typische Moosform im eminenten Sinne durch seine Stellung als Grenzform zwischen den Kryptogamen und Phanerogamen nicht allein, sondern zwischen der Krystallisation und dem Organismus überhaupt, das aufzuweisen wird die Aufgabe der ganzen nachfolgenden Entwicklung sein. Hier will ich nur noch, nachdem ich die notwendigen Ergänzungen zum Verständnisse gegeben habe, die rückwirkende Kraft dieses idealen Verständnisses der Form von Polytrichum zur Erklärung der ganzen Gestaltung der Moose, ja der ganzen Kryptogamenstufe, nachweisen. Als Ergänzung ist nur noch, was die Kapsel angeht, hinzuzufügen, dass die Mütze als der abgerissene und mit in die Höhe genommene Teil des Archegoniums eine ideale Bedeutung dadurch hat, dass in diesem Vorgang ein charakteristisches Merkmal der Laubmoose gegenüber den Lebermoosen liegt, bei denen die rasch auf dem Podetium emporgehobene Kapsel das Archegonium durchbricht, und ferner, dass bei Polytrichum die vom Tympanum sich ablösende Mittelsäule sich auf den Grund der Kapsel hin zurückkrümmt, während bei anderen Arten die Mittelsäule von unten mit dem Tympanum sich ablöst. Wenn man erwägt, dass es beim idealen Verständniss um eine Erklärung der Erscheinungen und selbst der Bewegungen aus dem in den Mechanismus der Atome hineinwirkenden Gestaltungsprincipe sich handelt und die Beziehung der in der organischen Gestaltung in den Gegensätzen der central und peripherisch in der Horizontalen und des nach oben und nach unten in der Vertikalen wirkenden Kräfte zum Kubus als der typischen Krystallform, welche in der Polytrichumkapsel so übermächtig eingreift, ins Auge fasst, so wird man die Bedeutung dieser scheinbar so geringen Züge nicht verkennen können. Was die blättertragende Axe angeht, so ist zu bemerken, dass die Polytricheen zwar durchgehends diözisch sind, wobei die männliche Blüte regelmässig nach Jahren mit neuem Sprosse durchwächst, dass aber die zur Blüte sich rosettenförmig zusammendrängenden Blätter sich kronenartig färben; ferner dass die Blätter selbst ausgezeichnet sind dadurch, dass sie schon deutlich die Unterscheidung einer Scheide und einer Lamina zeigen und dann auf der Unterseite der Lamina an der Hauptrippe eine Menge centraler Riefen, die doch wohl nicht anders als auf einen direkten

Hinweis auf die centrale Stellung der Moose in der ganzen Gestaltung gedeutet werden können. Endlich sei noch bemerkt, dass auch die äusseren Verhältnisse der Polytricheen, ihre Grösse, und ihr bei entschiedener Hervorhebung des Individuums doch durch unterirdische Verzweigung geselliges Wachstum ihrer idealen Stellung in jeder Weise entspricht, wozu auch noch das gehört, dass von den vielen Archegonien auf einem Individuum typisch nur eines zur Entwicklung kommt. —

Um nun die typische Form von Polytrichum als den Leitstern für das Verständniss zunächst der ganzen Laubmoosgestaltung im idealen Kampfe ums Dasein wahr zu halten, werde ich an dieser Gruppe wie im engen Kreise die Grundzüge der den ganzen Organismus beherrschenden Gestaltungsidee nachweisen. Dahin gehört zuerst, dass nur die positiv voranschreitende Entwicklung eine aufsteigende Entwicklungsreihe aufweist gegenüber der rückschreitenden Entwicklung, welche ihrem Grundcharakter nach zerlegend ist. So haben wir bei den Laubmoosen zuerst eine Vorstufe der typischen Entwicklung und zwar eine doppelte, nämlich eine Vorstufe der ganzen Laubmoosentwicklung; das sind die kleistokarpischen Moose oder die Familie der Phascazeen, und zweitens eine Vorstufe der akrokarpischen Entwicklung insbesondere in der Familie der Pottiazeen. Als Vorstufe der ganzen Entwicklung sind die Phascazeen dadurch bezeichnet, dass zu ihnen nicht blos akrokarpische, sondern auch pleurokarpische Moose gehören. Als Vorstufe sind sie, um hier nur das wesentlichste hervorzuheben, dadurch bezeichnet, dass sie, obgleich kleistokarpisch, doch im Innern der Kapsel den Ansatz zu einer concentrischen Bildung zeigen, deren Durchführung vor allem die typische Form charakterisirt. Als eine durch dieses ideale Moment zusammengehaltene Gruppe sind sie bezeichnet durch die Entwicklung, die von den möglichst geringen Formen, wie bei einer dem Vorkeim aufsitzen bleibenden Ephemerella mit punktförmig verkürzter Axe, rundlichen nervenlosen Blättern und kugelförmiger Kapsel bis zu Formen wie Voitia und Bruchia fortschreitend, welche schon ganz den Habitus der typischen Form zugleich aber in der weissen chlorophyllosen Blattspitze das sichere Kennzeichen der rückschreitenden Entwicklung zeigten, wozu ich bemerke, dass das die ganze Gestaltung beherrschende Princip der gleichmässig voran- und rückschreitenden Entwicklung bis in die einzelnen Gruppen hinein sich wiederholt. — Einen Schritt weiter gehen die Pottiazeen, wozu nur akrokarpische Moose gehören, die von den Phascazeen sich durch einen von der Kapsel horizontal sich ablösenden Deckel mit ferner Andeutung eines Mundbesatzes und sonstigen äusserlichen Hindeutungen auf die typische Form, wobei aber die Andeutung der




*Funaria hygrometrica.* *A* Ein belaubtes Stämmchen *g* mit der Calyptra (Mütze) *c*. *B* Eine Pflanze. *g* Mit dem fast reifen Sporogonium. *s* Seta. *f* Kapsel. *c* Calyptra. *C* Symmetrisch halbirter Durchschnitt der Kapsel. Die Teile nach dem Durchschnitt der Kapsel von Polytrichum leicht zu verstehn.

inneren concentrischen Entwicklung zurücktritt, unterscheiden. Die interessanteste Form dieser Stufe ist Funaria (s. p. 131), welche einen ausgebildeten und zwar einen zweifachen äusseren und inneren stark hygroskopischen Mundbesatz und dazu noch ein Tympanum, in welches die inneren Zähne eingreifen, hat, zugleich aber eine ganz unregelmässig verbogene Kapsel mit einem schiefen mit Spaltöffnungen versehenen Hals und sich umkräuselnder Seta. Haben wir die Kapsel von Polytrichum mit ihren einfachen in das Tympanum eingreifenden Zähnen ideal richtig gedeutet, so verstehen wir eine so absonderliche Form wie Funaria als einen unreifen Versuch, die Teile, auf deren richtiger Differenzirung die Darstellung des idealen Momentes in der typischen Form beruht, zusammenzufassen, was dann die monströse Form veranlasst und womit auch die starke Hygroskopizität der Zähne und die Einkräuselung zusammenhängt als Ausdruck oder Wirkung der erst erstrebten Ausgleichung der centralen und peripherischen Bildung, welche in den in das Tympanum eingreifenden nicht mehr hygroskopischen und ganz anders gebauten Zähnen von Polytrichum erreicht ist. Ist dieser Gedanke, der zugleich den idealen Grundsatz zur Anschauung bringt, dass nicht die unbesonnene Häufung, sondern die maassvolle Beschränkung der Teile die typische Form bedingt, richtig, so verstehen wir mit einem Schlage nun auch die beiden grossen Abteilungen der Hypnazeen und der Bryazeen, welche die Hauptmasse der Laubmoose bilden in ihrem wahren Verhältnisse zu der typischen Form der Polytricheen. Sie sind nämlich beide den Polytricheen gegenüber charakterisirt durch eine cylindrische Kapsel mit Mittelsäule und einfachem Sporensack aber doppeltem Mundbesatz ohne Tympanum; unter sich aber sind sie zusammengehalten und von einander unterschieden durch das an sich ganz nebensächliche aber konstante Merkmal der bei den Hypnazeen mit einer Biegung nach oben aufrechten, bei den Bryazeen aber nickenden und hängenden Kapsel (welche dazu birnförmig nach unten hängt, als ob es ihr im Kopfe zu schwer würde). Den rechten Aufschluss erhalten wir durch die Bemerkung, dass die Hypnazeen die grosse Masse der pleurokarpischen Moose bilden, wo also die nicht erreichte typische Ausbildung der Kapsel der nach Seiten der höheren Entwicklung hin überschlagenden Entwicklung der ersten Axe das Gleichgewicht hält. Bei den Bryazeen, die akrokarpische Moose sind, fällt dieses Verständniss weg, aber sie bezeugen durch die nickende Kapsel auch eben nur das nicht Erreichthaben der typischen Form, wobei wir namentlich an den Gegensatz des Nickens zu dem Untersatz bei Polytrichum denken müssen. Für die ganze Auffassung müssen wir nicht vergessen, dass der innere Mundbesatz nur eine Andeutung der erst bei Polytrichum erreichten idealen Ausbildung ist und dass die Bryazeen, obgleich akrokarpisch, doch durch reichlich überwiegende Sprossung rasenbildende Moose sind, welche ähnlich wie die Hypnazeen als deckenbildende quantitativ den bedeutendsten Beitrag für die Mooswelt liefern. Durch diese letztere Rücksicht mag die Bemerkung eine ernstere Bedeutung erhalten, dass auch in der organischen Entwicklung die sich durchsetzende Spitze der Idee durchgehends quantitativ gegen eine mittlere Gleichmässigkeit zurücksteht, und das hier um so mehr, weil auch in der typischen Form die zu ihrem ideal-typischen Charakter gehörende kubische Form der Kapsel sich leise als eine schon überschlagende dadurch ankündigt, dass sie selbst in die Gestalt des Sporensackes übergreift, wodurch die so geflissentlich ausgebildete con-

centrische Gestaltung, welche eigentlich die normale cylindrische Gestalt erfordert, einigermassen im Ausdrucke beeinträchtigt wird. Ich habe hiebei die Bryazeen im engsten Sinne genommen; im weiteren Sinne werden dazu nicht blos die Pottiazeen, sondern noch eine grosse Menge Formen von geringerem Umfange gerechnet, welche alle durch ihre spezifischen Merkmale so klar charakterisirt sind, dass sie alle dem durch die Pottiazeen als Vorstufe und die Bryazeen (im engsten Sinne) als unmittelbar an die typische Form herantretende aber dann von ihr zurückweichende Form ausgesprochenen Entwicklungsgedanken mit voller Sicherheit sich einfügen. In letzterer Beziehung nenne ich besonders die Formen, welche durch die besondere Hervorhebung eines unwesentlicheren Momentes charakterisirt sind, wie Encalypta (wo das Paristom entweder ganz fehlt oder einfach oder doppelt ist) durch die mächtige und sogar nach unten auswachsende Haube; wie Barbula hingegen durch das gewaltige nicht allein spiral (und zwar teils rechts, teils links, worauf bei den Pflanzen überhaupt kein Gewicht gelegt ist) gedrehte, sondern aus zwei hintereinanderliegenden Lagen gebildeten (32) Zähnen bestehende Paristom, welches bei einigen Arten wie zur Erinnerung an Funaria ein Tympanum zwischen sich hat; ferner Tetraphis, wo das ganze unter dem Deckel befindliche Gewebe vierspaltig sich teilt, so dass hier das Princip der Vierteilung innerlich beherrschend hervortritt, wogegen dann Fissidens mit einfachem Mundbesatz und besonders zierlich ausgebildeter Urne das Grundprincip der ganzen Entwicklung zu verleugnen scheint, indem hier akrokarpische und pleurokarpische Arten neben einander stehen. Nun aber gestaltet sich diese scheinbare Ausnahme vielmehr zu einer direkten Bestätigung des Principes dadurch, dass die zweizeilige Blattbildung am niedergestreckten Stengel durch eine ganz besondere Bildung einen direkten Hinweis auf die Lebermoose d. h. auf die Verleugnung des Grundprincipes der Laubmoosgestaltung enthält. Eine weitere Bestätigung des Grundgedankens geben die Formen, welche nicht zwar als Uebergangsformen im blutsverwandtschaftlichen, sondern als Vermittlungsformen im idealen Sinne den Zusammenhang zwischen den auseinandergehenden Richtungen anzeigen, in welcher Beziehung ich, was den Gegensatz der Grundrichtungen angeht, nur von Seiten der akrokarpischen Moose (Bryazeen) die Gattung Milichroferia, die durch Fruktifikation aus blattwinkelständigen Seitenästen, und von Seiten der pleurokarpischen (Hypnazeen) die Gattung Fontinalis, die durch die Fruktifikation aus der Spitze kurzer nach der Fruktifikation fortwachsender Seitenäste charakterisirt ist, anführe. — Wir haben jetzt, um den Ausbau der Laubmoosgestaltung nach dem idealen Systeme im Umrisse zu vollenden, noch eine Hauptrichtung zu erwarten, nämlich die der aufsteigenden Entwicklung in umgekehrter Ordnung entsprechende, in gerader Richtung absteigende und rückschreitende Entwicklung. Diese wird in einfacher Weise vertreten durch die Familie der Dikranazeen, welche durch die an die Hypnazeen erinnernde Form der Kapsel aber mit einfachem (aus zweispaltigen Zähnen gebildetem) Paristom charakterisirt ist und wie sie durch Atrichum an die Polytricheen sich anschliesst, so durch Racomitrium, Orthotrichum und Grimmia bis zu dem Endpunkte der rückschreitenden Entwicklung in den anomalen Formen von Sphagnum und Andraea führt, welche ich desshalb als die ausgehenden Formen der rückschreitenden Laubmoosgestaltung fasse, weil sie in der Kapsel durch die Zerlegung der beiden Momente charakterisirt sind, deren Vereinigung

der idealen Auffassung gemäss den Lebermoosen gegenüber die Laubmooskapsel constituirt; Andraea durch eine Mittelsäule, aber mit vierspaltiger Kapsel, Sphagnum durch eine cylindrische (kugelige) mit einem Deckel sich öffnende Kapsel, aber ohne Mittelsäule. Ich unterlasse es auf die Durchführung im Einzelnen, die in diesem ganzen Gebiet bis ins Speziellste hinaus möglich ist, einzugehen; um nur noch einmal den Blick zu der typischen Gruppe der Polytricheen zurückzuwenden. Auch das gehört nämlich zu den charakteristischen Zügen der idealen Auffassung, dass in dem engsten Kreise der typischen Form, die ja den die ganze Gestaltung beherrschenden Gedanken ausspricht, eben diese Grundzüge zum energischen Ausdruck kommen. So stellt innerhalb der Polytricheen Oligotrichum mit cylindrischer Kapsel ohne Untersatz wieder die Vorstufe, Pogonatum und Atrichum mit ebenso gebildeter Kapsel, aber einem starken Gegensatz in der Form derselben, die bei Pogonatum fast kugelförmig, bei Atrichum lang cylindrisch und gebogen ist, und in den Blättern, die bei Pogonatum mit einer Ueberzahl von Lamellen auf der gegliedert abfallenden Lamina belastet, bei Atrichum fast lammellenlos und gekräuselt sind, den Ansatz der rückschreitenden Entwicklung dar, wie in dem Verhältnisse der Dikranazeen angezeigt ist, wo in der Gattung Leucobyum der in den Blättern von Pogonatum angezeigte Vorgang der Ablösung der Scheide sich wiederholt und zugleich ein spezifischer Hinweis auf den Blattbau bei Sphagnum gegeben ist. Diese durch übertriebene aus der harmonischen Entwicklung der typischen Form heraustretende überschlagende Entwicklung einzelner Teile zeigt sich dann in dem ihrer idealen Bedeutung entsprechenden Maasse in den Formen von Lyellia in Betreff der Mittelsäule, Dawsonia in Betreff des Peristoms, und in Splagnum oder den Splagnazeen in Betreff des Untersatzes, der sich hier zu einem nicht mehr soliden, sondern aufgeblasenen, die Kapsel fast verschlingenden monströsen Gebilde gestaltet. Und diese innerhalb des typischen Kreises in monströser Weise durch Verleugnung des Grundprincipes in der idealen Ausgleichung der Momente rückschreitende Gestaltung erreicht dann ihren Höhepunkt in den beiden ganz isolirt neben Polytrichum stehender Formen von Diphyscium und Buxbaumia, bei denen der die ganze Laubmoosgestaltung beherrschende Grundgegensatz der ersten blätterzeugenden und der zweiten kapselbildenden Axe in der Weise verleugnet ist, dass Diphyscium ein isolirt wachsendes Moos mit einem mächtigen Blattschopfe und einer von demselben verhüllten sitzenden Kapsel (wie ein Pharsum), Buxbaumia aber eine dicke knotige blattlose Seta (zweite Axe) darstellt; bei beiden die Kapsel unsymmetrisch, monströs verbogen, schief aufgesetzt, mit dawsoniaartigem Peristom und einem Ansatz wie zu einem Tympanum bei Buxbaumia; dazu aber dessungeachtet kleistokarpisch und den Deckel durch eine auf dem verbogenen Rücken gebildete Haut ersetzend. Wenn wir die ideale Auffassung durch die ganze Gestaltung des Organismus bis zu ihrem idealen Zielpunkte im Menschenleibe (und dessen Karrikatur im Affen) durchgeführt haben werden, so werden wir hoffentlich den Wert dieser Durchführung in dem ersten Schritte, der Laubmoosgestaltung, verstehen. —

Ich gehe jetzt zur Darstellung der Lebermoose über, die wie auch die ganze folgende Ausführung in viel grösserem Maasse als schon bei den Laubmoosen im Umrisse gehalten werden muss. Die Kapsel der

Lebermoose ist vierteilig ohne Mittelsäule. Ist es nun richtig, dass in der Darstellung des Gegensatzes von Centralem und Peripherischem (Mittelsäule und Kapselwand, die dann aber in der Ausführung in die mannigfache Teilung und Gliederung eingeht, welche in dem in das Diaphragma eingreifenden Peristomium bei Polytrichum ihren Abschluss findet) das ideale Moment der Laubmoosentwicklung liegt, so ist es ja selbstverständlich, dass in dieser Form der Lebermooskapsel für sie die rückschreitende Entwicklung angezeigt ist, welche sich wie die fortschreitende als differenzirend-einend, so als zerlegend-verschmelzend in der schrittweisen Verschmelzung der Blätter mit der Axe bis zur indifferenten Bildung eines Thallus und in der Versenkung der Kapsel in das Laub ausdrückt. Nun aber ist die rückschreitende Entwicklung im Sinne der idealen Auffassung nicht eine blose Verneinung, sondern im Rückschritte muss sich auch wieder das ideale Moment bewähren, ohne welches ja die Form gar keine Existenzberechtigung hätte und gerade weil die Moose ideal genommen die Centralform der ganzen Pflanzenentwicklung sind, welche kryptogamisch den Hinweis auf die Phanerogamen enthalten, so muss in dem Grade, wie die Urform in der Thallusbildung verleugnet wird, eine Scheinbeziehung auf die Blüte sich herausstellen. Darauf beruht der zweite Gesichtspunkt für die Entwicklung der Lebermoose im Gegensatze und zugleich in Beziehung auf die Laubmoose. Die Fruktifikation vollzieht sich in derselben Weise wie bei diesen; aber die Entwicklung des Sporogoniums, insoweit es noch nicht ein in das Laub eingesenktes ist, in seinem oberen Teile ist die gerade entgegengesetzte. Zuerst bildet sich die Kapsel vollständig aus, welche dann mittelst des rasch emporwachsenden Stieles (Podetium) das Archegonium durchbrechend energisch emporgehoben wird und sich sternförmig vierfach teilt, indem sie die Schleuderfäden ausstreckt und die Sporen ausstreut. Das ist ein ganz kleines aber lebhaftes Bild einer Blüte. Und wenn nun die Jungermannnien, welche diese zum Bilde einer Blüte umgewandelte Kapsel bewahren, in Betreff des anderen Punktes den Schritt von der noch blättertragenden Axe zur Thallusbildung thun, die übrigen nur mehr thallusbildenden Lebermoose aber zugleich die Zerlegung der beiden wesentlichen Bestandteile der Laubmooskapsel zeigen (Anthoceros die Mittelsäule, Targionia die Kapselwand) und dann in Riccia, wo die rundliche Kapsel ganz in den Thallus eingesenkt bleibt, zu der unbedingt niedrigsten Form herabsinken, so steht im Centrum dieses zweiten Schrittes der rückschreitenden Entwicklung die mächtige und merkwürdige Form von Marchantia mit ihrem Kreise charakterisirt durch die allerdings auch dem Laube eingesenkten laubmoosartige zum Teil selbst mit einem Deckel und einer Art Mundbesatz versehene Kapsel, so aber dass eine Mehrzahl solcher Kapseln wie in einem gemeinsamen Blütenboden central zusammengestellt auf einem Stiel (der ein Teil des Laubes ist) emporgehoben wird, als ein sprechender Beweis für die Richtigkeit des Gedankens, dass die rückschreitende Form der Moosentwicklung in drastischer Weise die ideale Beziehuug der ganzen Entwicklung auf die phanerogamische Blütenentwicklung ausprägt; wenn wir nur beachten, dass wie Orthoceras eine deutliche Beziehung zu der Kapsel der Kruciferen, so Marchantia zu den Compositen hat.

In Betreff der neben den Moosen auf gleicher Höhe der Entwicklung nach zusammenstehenden Farne und Schachtelhalme beziehe ich mich neben dem Diaphragma oder Tympanum, dessen besondere Ausbildung

vor allen Polytrichum als die typische Form charakterisirt, auf eine absichtlich erst hier berücksichtigte Bildung, den Ring nämlich, einer horizontalen Zellaussonderung zwischen der Oeffnung und dem Deckel, welche bei Polytrichum nur schwach angedeutet, bei Hypnazeen und Bryazeen stärker ausgebildet ist, überhaupt aber bei den Moosen keine durchgreifende Bedeutung gewinnt. Bei den Gefässkryptogamen aber glaube ich dieser Bildung eine das Verständniss leitende Bedeutung abgewinnen zu können, erinnernd daran, dass ich in dem in das Tympanum eingreifenden Mundbesatz bei Polytrichum den Ausdruck der Ausgleichung des Peripherischen und Centralen erblicke. Die Farnkrautkapsel, welche immer nur aus einer geschlossenen kugeligen Wand besteht, ist, insoweit sie selbständig auf die Oberfläche tritt, durch einen Ring gekennzeichnet, der aus einer Reihe verbundener Zellen besteht und mit dem bei der Mooskapsel zwischen der Mündung und dem Deckel stehenden Ringe die vollste Aehnlichkeit hat. Dieser Ring hat bei den Moosen einige organische Bedeutung, insoweit er da wo er vollständig entwickelt ist, durch Dehnung der Zellen zur Abspringung des Deckels hilft. Bei den Farnkräutern hingegen hat er eine so entschiedene ideale Bedeutung, dass man, wie ich es gethan habe, an der Lage dieses Ringes, die entweder vertikal oder horizontal oder schief ist, wenn er nicht seinen eigenen Charakter verlierend entweder an den Grund oder an den Gipfel der Kapsel sich stellt, mit völliger Sicherheit die Gruppen der Farne nach dem Maassstabe, wie das ideale Moment zum Ausdruck kommt, bestimmen kann. Das ideale Moment der Farne ist aber die Darstellung der Pflanze als Blatt, was dann für das Blatt den Kampf einerseits mit der Hauptaxe, die typisch als unterirdisch kriechendes Rhizom sich entwickelt und anderseits mit den sporenbildenden Kapseln bedingt, deren Träger das Blatt und zwar typisch auf der Unterseite ist. Daraus ergibt sich mir mit voller Sicherheit die Reihe der Farne von den Polypodiazeen mit ganz freien Kapseln und einem vertikalen Ringe bis zu den Ophioglosseen mit ganz eingesenkten Kapseln ohne Ring (dazwischen Cyatheen mit schiefem Ring; Hymenophylleen mit vertikalem, aber durch die Anheftung horizontal gestelltem Ringe; Gleicheniazeen mit vollständigem horizontalem Ringe; Schizäazeen mit vollständigem Ringe an dem Gipfel; Osmundazeen mit unvollständigem Ringe am Grunde der Kapsel; Marattiazeen ohne Ring; Opsioglosseen, Kapsel ohne Ring ins Laub versenkt). Man muss im Einzelnen nachlesen, wie genau dieses scheinbar so äusserliche Kennzeichen in Gemässheit des idealen Momentes dem ganzen Charakter der einzelnen Gruppen entspricht; ich bemerke nur, dass Sachs, der früher die Opsioglosseen ganz von den Farnen abzutrennen geneigt war, jetzt ausdrücklich die Reihe anerkennt. Die Frage ist also berechtigt, wie ein solches scheinbar so äusserliches Merkmal eine so tiefgehende Bedeutung gewinnen könne. Zur Beantwortung derselben müssen wir einen anderen Umstand berücksichtigen, dass nämlich die Richtung des Aufspringens der Kapsel nicht im allgemeinen mit der Richtung des Ringes zusammenfällt, sondern zum Teil die gerade entgegengesetzte ist, wie z. B. bei den Polypodiazeen mit vertikalem Ringe die Kapsel quer d. h. horizontal aufspringt. In diesem Falle wirkt dann die vertikale Stellung des Ringes, welche der Ausdruck des Typus der Farne ist, mit dem praktischen Momente der Oeffnung der Kapsel zusammen, in dem der Ring elastisch zerspringend die Kapsel öffnet und dass darauf Gewicht gelegt ist, be-

weisen solche Formen wie Hemionitis, wo diese Stelle am Ringe durch besonders gebildete Zellen gekennzeichnet ist. Lassen wir nun diese Beziehung des Ringes an der Farnkapsel zu dem Ringe bei der Mooskapsel gelten, so sehen wir wie ein Organ, welches nur eine schwache organische und also auch mechanische Bedeutung hat, welche bei der Mooskapsel die horizontale Lage bedingt, nach der Seite der Farne hin zu einem bedeutsamen idealen Entwicklungskennzeichen gemacht ist und wir können es verstehen, dass bei den Polypodiazeen als der typischen Form der Farne der vertikale Ring unter einem rechten Winkel mit der horizontalen Oeffnungsebene der Kapsel sich schneidet. Ich füge, um die andere Seite des idealen Kampfes nicht ganz zu übersehen, hinzu, dass nicht die Polypodiazeen, sondern die Cyatheen mit horizontalem Ringe die mächtigste baumförmige Entwicklung der Farne liefern. — Fassen wir jetzt den anderen Punkt, das Diaphragma der Polytrichumkapsel, ins Auge, in welchem wir einen Gegensatz gegen die übermässige Entwicklung des peripherischen Momentes in dem Hervortreten eines zweiten Peristoms und den Ausdruck einer zur Ruhe gekommenen Ausgleichung zwischen dem Centralen und Peripherischen gefunden haben, der auch noch darin seine Bestätigung findet, dass die Zähne bei Polytrichum vermöge ihres eigentümlichen Baues die hygroskopische Beweglichkeit entbehren, welche die übrigen Moose, vor allen Funaria, zeigen. Nun hat die Form des Diaphragma bei Polytrichum mit nichts eine grössere Aehnlichkeit als mit dem Diaphragma, welches die Gliederung der Axe in dem durch sein Spitzenwachstum ausgezeichneten Schachtelhalm anzeigt, und diese gegliederte Axe ist, wie wir sehen werden, eine so bedeutende Form für die ganze Gestaltung des Organismus, dass wir dies erste Vorkommen derselben mit aller Aufmerksamkeit zu beachten Grund haben. An sich ist die horizontale Abgliederung ein Eingriff, oder vielmehr ein Einspruch gegen das Spitzenwachstum und wenn der Schachtelhalm sein oberstes Glied zur Fruchtähre umwandelt, deren einzelne Sporenhalter einem minutiösen Farnblatte gleichstehen, so ist das nur aus dem idealen Grundgedanken der ganzen kryptogamen Entwicklung zu verstehen, deren Abschluss gerade dadurch die Schachtelhalme bezeichnen, weil bei ihnen der gegliederten Axe, die den scharfen Gegensatz gegen das eminente Spitzenwachstum bildet, ein solches minutiöses Farnkraut in der Form einer Aehre mit quirlständigen zu Sporangien umgewandelten Blättern aufgesetzt ist. Wir müssen dann nur nicht vergessen, dass wir mit dem Moose an dem Punkte der Wirksamkeit des individualisirenden Gestaltungsprincipes im Stoffe stehen, wo das mechanische Moment, dem es in seinem ersten Schritte, der Krystallisation, verfällt, in der lebendigen Organisation resp. in dem Prozess der Neugestaltung des lebendigen Individuums überwunden werden soll. So scheint es allerdings verständlich zu werden, dass wir den Ring, der als das mechanische Werkzeug der horizontalen nun allerdings nicht Abgliederung, sondern Absprengung bei den Moosen überhaupt und bei Polytrichum namentlich, nur angedeutet sehen, bei den Farnen gerade als vertikalen Ring im Gegensatze zur horizontalen Oeffnung der Kapsel zum Wahrzeichen der typischen Formentwicklung gemacht sehen und dass anderseits das Diaphragma als das organische Anzeichen und Werkzeug der horizontalen Gliederung in der lebendigen Axe in der typischen Moosform als Wahrzeichen der abschliessenden Ausgleichung des centralen und peripherischen Momentes aufgenommen wird. Wir können uns dabei erinnern, dass die befruchtete

Eizelle bei den Moosen ihr Wachstum mit einer nahezu horizontalen Querwand beginnt, wogegen sie bei Farn und Schachtelhalm eine dem senkrechten sich nähernde ist. Für den Zweck der Durchführung im Ganzen füge ich noch die Bemerkung bei, dass ganz der idealen Stellung gemäss die Farne eine reiche und herrliche Formgestaltung aufweisen, die Schachtelhalme aber in eine Grundform sich zusammenschliessen; noch bedeutsamer ist, dass die untergegangene Moos- und Farnwelt uns weder wesentlich neue noch in Grösse von den lebenden merklich unterschiedene Formen bietet, während die den Schachtelhalmen sich anschliessenden untergegangenen Formen (die Calamiten) den unseren gegenüber Riesenformen sind. Eine solche quantitativ hervorragende Entwicklung der Form der Schachtelhalme hat eben keine ideale innere Berechtigung. — Die niederen Kryptogamen berühre ich hier nur eben, soweit es für meinen Zweck nötig ist. Eine Veranlassung zu einer wesentlichen Aenderung meiner Auffassung und selbst meiner Durchführung finde ich in den neuen Forschungen nicht. Den wichtigsten Punkt bildet die schwendenerische Flechtentheorie. Dazu bemerke ich, dass ich nach meiner Auffassung, in der die Geltendmachung des nur mechanischen Prozesses in der Verbindung der beiden Axen bei den Moosen eine so durchgreifende Rolle spielt, an sich am allerwenigsten Veranlassung habe, dagegen zu sein, und dass nur die Rücksicht auf die, soweit ich der Sache folgen kann, doch noch nicht ausreichende Beobachtung mich von der Zustimmung im Allgemeinen zurückhält. Wie es sich damit aber auch verhalten möge, das steht über jedem Zweifel fest, dass Flechten und Pilze dadurch eine unter sich übereinstimmende und von allen anderen Pflanzen sich unterscheidende Stufe bilden, dass sie in dem für die Anschauung hervortretenden Hauptkörper nicht ein regelmässiges Zellgewebe aus Chlorophyll führenden Zellen bilden, sondern aus mechanisch neben einander gelegten und an der Spitze fortwachsenden Zellfäden, die kein Chlorophyll führen, bestehen, wobei ich, was den für die Erscheinung hervortretenden Hauptkörper angeht, wohl zu bemerken bitte, dass die Frage für die ideale Auffassung mit zur Sache gehört, ob in allen Punkten und in wie weit dann die als als wissenschaftlich bezeichnete Beobachtung des Einzelnen die vom allgemeinen Eindrucke ausgehende Anschauung zu korrigiren berechtigt sei. — Der Umstand, dass bei den Flechten innerhalb des Hauptkörpers eine Schicht wahrer chlorophyll führender Zellen vorkommt, hat die Theorie Schwendeners veranlasst, die aber doch, wenn sie sich allgemein bewährt, die Thatsache nicht beseitigt, dass wir in den Flechten eine mächtige Bildung sehen, die von den Pilzen, mit denen sie in dem anomalen histologischen Bau im Hauptkörper allen anderen Pflanzen gegenüber übereinstimmen, sich dadurch unterscheiden, dass sie in diesem Hauptkörper einen peripherisch blattartig wachsenden Thallus, wie umgekehrt die Pilze einen central gebauten Fruchtkörper darstellen, also mit Verleugnung des normalen Zellbaues in extremer Weise auf dieser untersten Stufe den in der Urform begründeten Gegensatz zerlegend darstellen, wie auf der Stufe der höheren Kryptogamen die Farne und die Schachtelhalme den Moosen gegenüber und ebendesshalb dann die Algen, welche die normale Zell- und Zellgewebsbildung bewahren, den Moosen als der Centralform näher stehen als die Flechten und die Pilze. Dass man durch die schwendnerische Theorie, die Allgemeingültigkeit vorausgesetzt, gezwungen würde, die Flechten den Pilzen und zwar den Askomyceten einzuverleiben, weil sie mit

ihnen, den Besidiomyceten gegenüber, die Art der Fruchtbildung gemein haben (meist 8 in einem Schlauche eingeschlossene Sporen, während die Besidiomyceten vier auf einer Zelle als Unterlage stehende Sporen haben) kann ich nicht anerkennen. Die Thatsache aber, dass wir den Algen, welche entschieden zu den Moosen in Beziehung stehen, gegenüber auf der Stufe der anomalen Zellbildung die Urform in der Verbindung des peripherischen und centralen Wachstum bis zur positiven Verläugnung zerlegt und dass wir in diesem Gedanken den Anhalt zur Ausgestaltung der beiden grossen Gebiete der Flechten und Pilze finden, bleibt unter allen Umständen bestehen und das ist mir vorläufig die Hauptsache. Die Grenzen zwischen Flechten, Pilzen und Algen mögen immerhin sehr schwer zu bestimmen sein, die Tendenz der Entwicklung im Grossen und in ihren Resultaten liegt klar vor. Die Spezialforschung ist auf die Beobachtung der elementaren Vorgänge in der Bildung der Zelle und der verschiedenen Arten des geschlechtlichen Vorganges gerichtet, was natürlich ein ganz anderes Interesse hat, wenn man darin die Grundlage für die ganze organische Entwicklung auf blutverwandtschaftlichem Wege oder nur die Modifikationen des dualistischen Prozesses, der sich bei den höheren Organismen als geschlechtlicher Prozess gestaltet, in der Region der rückschreitenden und zerlegenden Entwicklung erblickt. Da sich für mich das ganze Interesse der Sache um die richtige Stellung der Charazeen bewegt, deren Zugehörigkeit zu den Algen ich durchaus bekämpfe, so werde ich später noch etwas genauer darauf eingehen und ich bemerke hier nur, dass der Hauptunterschied darin hervortritt, ob die Befruchtung geschieht durch Uebertragung des befruchtenden Stoffes mittelst der auswachsenden Pollenzelle, was der im allgemeinen pflanzliche Prozess ist oder mittelst einer frei sich bewegenden Zelle (Spermatozoid) wie bei den Tieren. In der unteren Region sehen wir beide Weisen neben einander und mit einander vermischt vorkommen, und die genauere Bestimmung darüber, wie sie sich auseinander setzen, wird eben den Hauptgesichtspunkt für das Verständniss der Entwicklung bilden.

Ich gehe also jetzt zur genaueren Betrachtung der dritten kryptogamischen Reihe, den Heterosporen über. —

Ich behaupte, dass die wissenschaftliche Botanik trotz der so ausserordentlich interessanten und bedeutsamen Resultate, welche gerade hier die Beobachtung festgestellt hat, doch noch nicht allein zu keinem zusammenfassenden, sondern auch noch zu keinem wahren Verständnisse der Thatsachen gekommen ist. Alles dreht sich um den im Individuum realisirten Begriff der Urform, wie er kryptogamisch zuerst rein und vollständig in dem aus dem Vorkeim erwachsenen Moospflänzchen sich darstellt, worauf dann das durch den geschlechtlichen Prozess auf dem ersten Individuum erwachsene zweite die Ergänzung dieses zu dem fertigen anschaulichen Individuum bildet, als Vorbildung der ganzen phanerogamischen Entwicklung, während beim Farn und Schachtelhalm, der in den Vorkeim verlegte geschlechtliche Prozess im anschaulichen Individuum die Zerlegung der Urform in ihre beiden Grundbestandteile, das peripherische Blatt und das centrale Axenwachstum, erfolgt. Die Heterosporen nun stellen sich dadurch zu den Moosen, dass bei ihnen der geschlechtliche Prozess auf Grundlage des fertigen anschaulichen Individuums, entsprechend dem ersten Individuum bei den Moosen, wenn dies auch nicht in der vollendeten Darstellung der Urform, wie bei den Moosen, erscheint, sich vollzieht, und zwar so, dass die beiden Geschlechtszellen auch

äusserlich-quantitativ-differenzirt sind. Dass aber nicht dieses, sondern die oben bezeichnete Umkehrung des Prozesses in Betreff des anschaulichen Individuums und der geschlechtlichen Reproduktion die Hauptsache ist, sehen wir am deutlichsten an Lycopodium und Selaginella, die Sachs mit Isoëtes zusammen unter dem Namen der Dichotomen vereinigt, weil der Umstand, dass Selaginella zweierlei Sporen, Lycopodium nur gleichmässige Sporen erzeuge, so wesentlich nicht sei. Dabei ist aber die Hauptsache übersehen, dass bei Lycopodium, soviel wir jetzt durch die allerdings auch noch nicht einmal vollständigen Beobachtungen an Lycopodium inundatum wissen, in dem Vorkeim die Archegonien und Aetheridien und daraus die fertige Pflanze entwickelt werden, genau wie beim Farn und Schachtelhalm, während Selaginella auf dem fertigen Individuum zweierlei Sporen und daraus, wie bei den übrigen Heterosporen, nicht etwa wie bei den Moosen, ein zweites Individuum als Ergänzung des ersten, aber auch nicht, wie bei Phanerogamen, einen ruhenden Samen, sondern durch den Vorkeim das neue selbstständige Individuum erzeugt. Von den Phanerogamen unterscheiden sich demnach die Heterosporen dadurch, dass bei ihnen, wie bei den Moosen der geschlechtliche Prozess noch nicht an die Urform, an Blatt und Axenspitze, geknüpft ist, von den Moosen dadurch, dass bei ihnen das Resultat des Prozesses nicht ein zweites unselbständiges Individuum als Ergänzung des ersten ist, sondern die Erzeugung eines selbstständigen Individuums derselben Art, aber nicht unmittelbar, sondern durch Wiederholung des Prozesses, wie bei den Farn und Schachtelhalmen, dass das anschauliche Individuum aus dem Vorkeim erwächst, was dann mit dem anderen wesentlichen Umstande zusammenhängt, dass in der ganzen Reihe das anschauliche (fertige) Individuum, wenn auch in schwächerer Weise, die ideale Zerlegung der Urform in ihre Grundbestandteile, ähnlich wie bei Farn und Schachtelhalm, wiederholt. darnach bildet sich die ganze Reihe so, dass die Rhizokarpeen den Farn, die Charazeen den Schachtelhalmen, die Selaginellen und Isoëten den Lycopodien und den Moosen als der Centralform entsprechen. Dass der hier vorliegende Gestaltungsprozess so gefasst ein sehr verwickelter ist, gestehe ich zu, aber nicht so, dass man nicht alle einzelnen Momente klar erfassen und unterscheiden könnte; dass er aber ein sehr verwickelter ist, hat darin seinen Grund, weil die Natur, wie wir noch genauer sehen werden, es mit dem geschlechtlichen Prozesse als der Ueberwindung des in den Organismus eingreifenden Dualismus sich nicht so leicht gemacht hat, wie unsere spielende Wissenschaft. Fassen wir zunächst die einzelnen Gruppen genauer ins Auge, denn ich befinde mich hier an dem Punkte, wo es gilt, meine Position zu behaupten und durchzuführen. —

Klar und unangefochten ist zunächst die Gruppe der Rhizokarpeen, aus den Gattungen Salvinia mit Azolla, Marsilia und Pilularia bestehend als an die Farn sich anschliessend, indem sie auf oder aus Blättern also auf dem Individuum Kapseln bilden, welche zweierlei Sporen erzeugen, grosse, welche die weiblichen und sehr kleine, welche als Spermatozoiden erzeugend die männliche Funktion vertreten. Die grosse Zelle bildet einen noch deutlich aus dem Exosporium heraustretenden Vorkeim, der die Archegonien erzeugt, die dann von den hinzutretenden Spermatozoiden befruchtet werden und sofort das Wachstum des neuen Individuums beginnen. Die interessanten Einzelheiten des Prozesses und der Gestaltung schiebe ich auf spätere gelegentliche Erwähnung zurück, wo sie verständ-

licher werden und erwähne hier nur, dass diese Pflanzen in dem bilateralen Wachstum der horizontal gerichteten Axe (kriechend oder schwimmend) einen tierischen Typus annehmen. — Die zweite Gruppe, welche die Gattungen Selaginella und Isoëtes umfasst, (von Sachs, der sie dann aber unrichtig, wie schon gezeigt ist, mit den Lycopodien zusammen als Dichotome zusammenfasst, gemeinschaftlich als Ligulaten bezeichnet) haben wesentlich noch denselben Entwicklungsprozess wie die Rhizokarpeen, nur dass hier die Bildung des Vorkeims innerhalb der Makrospore bleibt und in den Antheridien eine Zelle, welche man als Vorkeim deutet, von der Spermatozoidenbildung ausgeschlossen wird, auch bei Selaginella zur Zeit der Befruchtung ausser dem Vorkeim in der Makrospore ein Zellgewebe gebildet wird, welches mit dem Endosperm der Phanerogamen verglichen werden kann; Vorgänge. welche die Annäherung dieses Prozesses an den Prozess der Phanerogamen (zunächst der Gymnospermen) deutlich zu zeigen scheinen. Was die Wachstumsform bei dieser Gruppe angeht, so ist sie sowohl in den Gliedern der Gruppe unter einander als in der ganzen Gruppe im Vergleich zu den Rhizokarpeen sehr verschieden. Selaginella schliesst sich in dieser Beziehung enge an die Lycopodien und weist dadurch auf die Wachstumsform der Astmoose zurück: Isoëtes bildet eine zwiebelartige Axe mit sehr merkwürdig gebauten starken grasartigen Blättern. Bei beiden werden die Sporangien auf den Blättern gebildet. Die Dichotomie im Wachstum, welche die Ligulaten mit den Lycopodien gemein haben, ist jedenfalls ein sehr bemerkenswerter Zug, namentlich bei Selaginella, welche trotzdem nicht wie Lycopodium kriechendes sondern aufstrebendes Wachstum hat und wie auch Isoëtes keine Neigung auf tierische Bilateralität zeigt, wie die Rhizokarpeen. Ich komme nun zu der dritten Gruppe: den Charazeen, denen ihre Stellung erst wieder erobert werden muss. Dass sich die Charazeen durch gegliederte Axe mit energischem Spitzenwachstum und wirtelförmig gestellten Zweigen, was die Wachtumsform angeht, den Schachtelhalmen noch viel entschiedener anschliessen, wie die Ligulaten (Dichotomen) den Moosen und die Rhizokarpeen den Farnen, liegt auf der Hand. Aber auch, was zweitens den geschlechtlichen Prozess angeht, so findet sich hier das, was die Heterosporen spezifisch charakterisirt, in der ausgezeichnetsten Weise. Die Charazeen bilden auf dem ausgewachsenen Individuum männliche und weibliche Organe, welche einerseits sehr kleine Spermatozoidzellen in ungeheurer Anzahl und anderseits eine einzige mächtige Centralzelle zeigen und zwar in der Art, dass der Charakter des weiblichen Organes als Centralzelle, welche von fünf anderen Zellen, die oben ein Krönchen bilden, spiral umgeben ist und anderseits die periphérische Bedeutung der Spermatozoidbildung so eklatant wie möglich hervorgehoben ist, indem die Spermatozoiden in peitschenförmigen gegliederten Fäden sich bilden, deren 10, je zwei auf einem Fusse vereint, in jeder Abteilung des Antheridiums um eine leere Centralzelle stehen. — Wenn dann aber drittens im Prozesse der Entwicklung selbst zwischen den Charazeen und den anderen Heterosporen ein wesentlicher Unterschied dadurch einzutreten scheint, dass bei ihnen von gar keiner Vorkeimsbildung beim geschlechtlichen Prozesse mehr die Rede ist, so ist zuerst darauf aufmerksam zu machen, dass wir hierin ja nur den Endpunkt der Richtungen sehen, welche von den Rhizokarpeen zu den Ligulaten das allmälige Verschwinden des Vorkeims in dem Fruktifikationsprozesse anzeigt, und zweitens, dass nun auch bei

den Charazeen der Vorkeim nicht wirklich ganz fehlt, sondern an eine andere Stelle des Prozesses, nämlich in die Entwicklung des Individuums aus der Spore verlegt ist und dass gerade das etwas Charakteristisches für die Charazeen ist, ist in der mehrfachen Wiederholung dieser Bildung im Wachstumsprozesse des Individuums in den Zweigvorkeimen und den sogenannten naktfüssigen Zweigen angezeigt. Ich werde zeigen, dass wir in dieser Weise in der Reihe der Heterosporen einen vollständig in sich abgeschlossenen Entwicklungskreis vor uns haben, der wie kein anderer geeignet ist, uns in das wirkliche Verständniss der Geheimnisse der Natur einzuführen; vorab bemerke ich die Einzelheiten betreffend hier bei den Charazeen nur noch dieses, dass, wie uns die Rhizokarpeen im Uebergange zu den Ligulaten den inneren Fruktifikations- und Samenbildungsprozess der Phanerogamen, so die Charazeen, wenn wir die von den Spiralzellen umgebene und mit dem Krönchen gezierte Makrospore und die um eine leere Centralzelle gestellten Spermatozoidenfäden ins Auge fassen, die äussere Gestalt der phanerogamischen Blüte vorbilden, zwar nur noch der monoecischen, aber diese mit einer deutlichen Hindeutung auf die normale Stellung der wesentlichen Bestandteile zu einander, indem bei Chara das Antheridium normal unter der Makrospore, bei Nitella umgekehrt die Makrospore unter dem Antheridium steht. Nitella ist die unvollkommenere Form Chara gegenüber, wie Azolla zu Salvinia, Pilularia zu Marsilia steht. Bei den Ligulaten gestaltet sich das Verhältniss der beiden Gattungen der Stellung gemäss anders, wie wir sehen werden. —

Fassen wir nun die ganze Reihe ins Auge, so scheint gerade an diese frappante Thatsache der Verlegung des Vorkeims von seinem nach äusserem Hervortreten im geschlechtlichen Prozesse bei den Rhizokarpeen, durch das Zurücktreten ins Innere bei den Ligulaten, bis zum vollen Verschwinden im geschlechtlichen Prozess bei den Charazeen und seinem Wiederauftreten im vegetativen Prozess des Individuums das wahre Verständniss der Entwicklung geknüpft zu sein. Denn die quantitative Unterscheidung der Differenzirungszellen bei den Heterosporen ist auch für mich keineswegs die Hauptsache, obwohl ich Sachs nicht Recht geben kann, wenn er sie in der mittleren Gruppe der dort herrschenden Dichotomie wegen so sehr übersieht, dass er die Lycopodien den Salaginellen zugesellt. — Den Vorkeim verstehe ich von dem richtigen Begriffe der Blüte als des umgekehrten Entwicklungsprozesses des Individuums nach der Urform zum Behufe der Ueberwindung des im geschlechtlichen Prozesse in die organische Entwicklung hereinbrechenden Dualismus nur als ein unideales zwischengeworfenes Moment der Entwicklung. Phanerogamisch hat der Vorkeim keine Statt, weil die Reproduktion in der Blüte einfach an den Gegensatz des Centralen und des Peripherischen, der Axenspitze und des Blattes geknüpft ist, und kryptogamisch ist der Vorkeim eben dadurch bedingt und motivirt, dass dieser ideale Grundgedanke noch nicht erreicht ist. Desshalb ist der Prozess der Moose so, dass sich das Individuum (die Urform) aus dem Vorkeim entwickelt, aber nur bis zu dem Punkte, wo die Umkehrung des Prozesses in der Blüte eintreten soll; desshalb ist bei Farn und Schachtelhalm der geschlechtliche Prozess in den Vorkeim verlegt, weil hier die Urform selbst in ihre Bestandteile zerlegt wird und desshalb schwindet der Vorkeim bei den Heterosporen in dem Maasse, wie in dieser Entwicklung der phanerogamische Prozess vor-

gebildet ist. Erscheint er demgemäss bei den Charazeen in eminenter Weise als ein nur formales, nicht mehr organisch motivirtes und desshalb, wenn man den formalen Gestaltungsprozess des Stoffes nicht verstanden hat, unverständliches Moment, so ist das ja eben ganz richtig und die Erscheinung stimmt damit zunächst schon darin, dass der Vorkeim bei den Charazeen ein von dem übrigen Wachstum kaum sich absonderndes Glied bildet. Die ganze Stufe der Heterosporen aber als der noch kryptogamisch spezifizirten Vorbildung des phanerogamischen Blütenprozesses, welche das Moos im Ganzen und in den Grundzügen uns zeigt, werden wir nur verstehen, wenn wir den phanerogamischen Prozess als die Ueberwindung des mechanischen Momentes erfassen, dessen Eingreifen den Prozess des Mooses constatirt und auch hier kommt uns dann wieder die Natur in der ausgezeichneten krystallinischen Form der Fruktifikationsorgane der Charazeen namentlich in der so scharf gezeichneten oktaëdrischen Gestalt des Antheridiums in einer frappanten Weise entgegen. — Noch habe ich einen bisher unerwähnten Umstand beizufügen, der die ganze Auffassung zum richtigen Abschlusse bringen wird. Die Charazeen haben keine ächte Wurzeln wie die Gefässkryptogamen und die übrigen Heterosporen, sondern nur Rhizoide, wie die Moose; das könnte ihre Stellung zu den Heterosporen erschüttern. Aber sie haben ein ursprüngliches Hauptrhizoid, welches wie eine Pfahlwurzel die Axe in entgegengesetzter Richtung fortzusetzen scheint; das stellt die Sache wieder vollständig richtig. Dass die Charazeen, indem der Vorkeim in die Entwicklung zwischen der Spore und dem aus ihr erwachsenden Individuum verlegt ist, wieder vollständig in die Analogie der Entwicklung der Moose eintreten, ist ja einleuchtend und daher auch, dass in ihnen mit Hinzunahme der Beziehung auf die Moose der ganze Prozess der höheren Kryptogamen in der Weise zum Abschluss gekommen ist, wie wir es früher von den Schachtelhalmen in Betreff der Hauptreihe gesehen haben. Dieses Verhältniss macht dann auch ihre scheinbare Zugehörigkeit zu den Algen erklärlich, welche die ältere Botanik immer unwillkürlich desavouirt und zu der sich noch keiner der Neueren ohne Gewissensscrupel bekannt hat. Unzweifelhaft haben die Algen zu den Moosen als Centralform eine nähere Beziehung, welche in den Florideen insoweit ausgesprochen ist, als hier eine Andeutung des geschlechtlichen Prozesses auf das ausgewachsene Individuum verlegt ist. Wenn aber nun Sachs auf Grundlage der Bildung einer Sporenfrucht durch die Befruchtung des weiblichen Organs die Abteilung der Karposporeen aufstellt, unter der er Coleochaiten, Florideen, Charazeen mit den ächten Pilzen zusammenfasst, was doch wie eine Ungeheuerlichkeit aussieht, so kann er nach diesem Begriffe doch selbst die Moose und am Ende die ganze weitere Entwicklung doch nur nicht auf Grund der zur Geltung gekommenen Urform ausschliessen. Mache ich diese geltend, so bilden unbedingt die Florideen den nächsten vorbildenden Anschluss der Thalluspflanzen an die Moose und gerade die Charazeen als der rückgreifende Abschluss der ganzen höheren Kryptogamenentwicklung kommen der höchsten Annäherung der Thalluspflanzen an die Moose parallel zu stehen. Doch lasse ich hier diese erst aus der ganzen Durchführung vollständig klar werdenden Beziehungen, um nun erst das Recht meiner Position gegenüber der geltenden wissenschaftlichen Auffassung in handgreiflicher Weise darzulegen. Denn in der That hat die geltende wissenschaftliche Auffassung, indem sie in der unzweifelhaften Beziehung des Entwicklungs-

prozesses der höheren Kryptogamen wie instinktmässig den Punkt erfasste, wo die Blutverwandtschaftstheorie, wenn sie anders eine naturwissenschaftliche Wahrheit ist, sich bewähren muss, mit einer unvorsichtigen Hast diesem Scheine der Thatsachen sich hingegeben, der sie doch anderseits das Allerentscheidenste in diesen Thatsachen selbst hat übersehen lassen. Es sind zwei Punkte, auf welche sich im Interesse der Entwicklung der Phanerogamen aus den Kryptogamen nach der Vorstellung der Blutverwandtschaftstheorie die Aufmerksamkeit der Wissenschaft bei der genaueren Beobachtung des Prozesses der höheren Kryptogamen gerichtet hat; erstens die schrittweise Annäherung des Fruktifikationsprozesses bei den Heterosporen an die Phanerogamen und speziell die Gymnospermen und zweitens die Entwicklung der zweiten Generation (des Sporogoniums) aus der ersten bei den Moosen. Der erste ist vorzüglich von Sachs hervorgehoben, dem zweiten hat in neuerer Zeit namentlich Pringsheim seine Aufmerksamkeit zugewandt. In beiden Punkten beruht aber die Verwertung der Thatsachen für die Blutverwandtschaftstheorie auf einem greifbaren Uebersehen des allerwichtigsten Punktes. Was den ersteren angeht, so ist ja das ganz unleugbar, dass wir mit der Entwicklung der höheren Kryptogamen aus dem Punkte des Zusammenstosses der kryptogamischen mit der phanerogamischen Entwicklung stehen, und ich selbst werde dieses noch viel mehr im Einzelnen nachweisen; dass aber dieses Zusammentreffen nicht im Sinne der Blutverwandtschaftstheorie verstanden werden könne, dafür hat die Natur in der entschiedensten Weise dadurch gesorgt, dass bei allen höheren Kryptogamen, von den Moosen bis zu den Charazeen der geschlechtliche Prozess in der tierischen Weise durch Spermatozoidien und zwar in der ausgebildetsten Weise sich vollzieht, bei allen Phanerogamen hingegen, die Gymnospermen eingerechnet, in der pflanzlichen Weise durch Auswachsen der Spore oder des Pollenkorns. Damit ist ein unübersteiglich scharfer Unterschied zwischen Phanerogamen und Kryptogamen ausgesprochen, der jedem richtigen naturwissenschaftlichen Denken den Uebergang von Kryptogamen zu Phanerogamen zu einer unmöglichen Annahme macht, was später noch in einem ganz anderen Lichte erscheinen wird, wenn ich mein Recht, den einen Prozess als den spezifisch tierischen, den andern als den spezifisch pflanzlichen zu bezeichnen und die darin ausgesprochenen Beziehungen dargelegt haben werde. — Was den zweiten Punkt angeht, so ist dabei der absolut wesentliche Umstand übersehen, dass die zweite Generation bei den Moosen zwar allerdings ein neues Individuum, aber nur ein unselbständiges auf das erste schlechthin angewiesenes Individuum darstellt. An sich hätten wir ja im Prozesse des Mooses wahrhaftig die Entstehung eines neuen ganz anders gearteten und auch höher organisirten Individuums aus einem anderen; aber wenn wir diese Thatsache zu Gunsten der Blutverwandtschaftstheorie verwenden wollen, so legt die Natur auch hier ein entschiedenes Veto ein, weil das Moossporogonium anders als eine absolut auf das erste Individuum angewiesene Bildung durchaus nicht vorkommt und nicht denkbar ist. Dieser einzige Fall einer scheinbaren Möglichkeit der Entstehung der höheren Formen im Wege der Blutsverwandtschaftstheorie ist aber nun gerade der, dessen richtige Verwertung der idealen Auffassung, wie wir nun sehen werden, das Verständniss der ganzen phanerogamischen Gestaltung an die Hand gibt. Dass die in einzelnen Fällen beobachtete Bildung von Protonema auch an der zweiten Generation bei den Moosen dieser Be-

nutzung der Moosentwicklung zu darwinistischen Zwecken keine Stütze geben kann, ist klar, weil, wenn ein solches Protonema cultivirt werden sollte, ohne Zweifel ein Moospflänzchen derselben Art erwachsen wird. Die Erscheinung, die an sich nicht mehr zu bedeuten hat, als wenn etwa an dem typisch durchaus blattlosen Schaft von Taraxacum ausnahmsweise, namentlich im Herbst, dann und wann unvollkommene Blattansätze sich finden, hat aber bei den Moosen um so weniger Bedeutung, weil gerade hier die Protonemabildung von allen anderen Teilen der Pflanze etwas sehr Gewöhnliches ist. —

## 2. Die Monokotylen.

*Schema der normalen Entwicklung.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Beerentragende Liliazeen. | **Palmen.** | | Restiazeen. |
| **Liliazeen.** | Asphodeleen. | Innkazeen. | **Gramineen.** |
| Melanthazeen. | | | Cyperazeen. |

Dass für die empirische Auffassung kein Anschluss der Monokotylen an die Kryptogamen stattfindet, ist ein unmittelbares Ergebniss der gegen die Blutverwandtschaftstheorie soeben durchgeführten Polemik. Wäre es richtig, dass die Gymnospermen als aus den Kryptogamen sich entwickelnd aufgefasst werden könnten, so würden die Monokotylen als Entwicklungsstufe überhaupt ganz unerklärlich sein. In Wirklichkeit d. h. nach der idealen Auffassung sind die Monokotylen als die erste Stufe der Phanerogamen, welche den Kryptogamen gegenüber auf der in die Entwicklung eingreifenden Blüte und Blütenidee beruhen, nicht allein als eine Entwicklungsstufe im ganzen Organismus des Pflanzenreiches verständlich nach dem im vorigen Abschnitt andeutend schon ausgesprochenen Grundgedanken, sondern es ist auch der Anschluss der Monokotylen an die Kryptogamen in greifbarer Weise vorhanden. Ich könnte mich dabei auf Isoëtes berufen, dessen Wachstumsform mit den dem knollenartigen Stocke aufsitzenden in so auffallender Weise gramineenartig gebildeten Blättern in verständlicher Weise die monokotyle Stufe antizipirend durchaus seiner Stellung als der abschliessenden Centralform der Heterosporen gemäss erscheint. Ich glaube aber verständlicher zu werden, wenn ich von den Gramineen ausgehe, als derjenigen monokotylen Hauptform, deren ideales Gestaltungsmoment eben die phanerogamisch wieder aufgenommene weiterführende Entwicklung der Pflanze ist. Darum schliessen sich die Gramineen durch die gegliederte Axe an die Schachtelhalme, als die abschliessende Form der kryptogamischen Hauptentwicklung (und nicht etwa an die Charazeen), aber so, dass sie die bei dem Schachtelhalm ringförmig zusammengeschlossene und verkümmerte Blattentwicklung in ihrer von der Axe sich ablösenden Selbständigkeit geltend machen, wodurch sowohl die Form der ächten Gramineenblätter mit der stengelumfassenden aber geschlitzten Scheide und der durch die Ligula bezeichneten Abgliederungsstelle der Spreite als auch die durchaus nur spirale und nie opponirte oder wirtelige Stellung der Blätter bei den Gräsern sich erklärt. Bei diesen beiden Punkten ist noch etwas zu bemerken. Was die Gliederung der Blätter in Scheide und Spreite angeht, so ist zu beachten, dass eine solche, ausser der ganz anders gearteten Andeutung bei Isoëtes, wovon später noch wieder die Rede sein wird, sehr deutlich schon bei Poly-

trichum vorkommt und zwar in der Weise, dass bei Pogonatum die Spreite an der Gliederung endlich sich ablöst, was dann in der Gattung Leucobryum sich wiederholt. Ein Abstossen der Spreite finden wir bei den Gramineen nicht, wohl aber die versuchte Andeutung einer weiteren Gliederung in der Spreite selbst, was ich als einen von den Botanikern bisher vollständig übersehenen Punkt erwähne (vergleiche meine Schrift: Antidarwinistische Beobachtungen und Bemerkungen). Wir werden später sehen, dass das Gesetz der horizontalen Abgliederung ein wesentlicher Grundzug für das Formgestaltungsgesetz der Pflanze im allgemeinen ist. Wichtiger ist fürs erste die andere Bemerkung, dass die Gramineen nur spiral und zwar nur nach $^1/_3$ gestellte Blätter haben. Hier sehen wir also die 3 d. h. die nächste Ueberschreitung der 2 in die Gestaltung eingreifen und zwar beim Blatte selbst, was dann eben den Charakter der Monokotylen begründet, der den Dikotylen gegenüber, die auch Polykotylen sein können, darin liegt, dass sie mit einem Samenblatt beginnen und dann zunächst mit $^1/_3$ Stellung fortfahren. Ist darin nun schon das Ueberschreiten der kryptogamischen Stufe in der Entwicklung angezeigt (nicht als ob nicht kryptogamisch höhere Blattstellungen vorkommen könnten, wie ja oben schon von den Moosen angeführt wurde, sondern dass hier principiell das Ueberschreiten der 2, also zunächst die 3 der Entwicklung zu Grunde gelegt wird, ist es, worauf es ankommt), so muss sich die volle Bedeutung der Sache an der Blüte zeigen, die ja nun als das neue, die kryptogame Stufe überwindende Moment in die Entwicklung aufgenommen wird, und das Charakteristische der Gramineenblüte ist, dass sie, um zunächst die Sache ganz äusserlich zu betrachten, die wesentlichen Blütenbestandteile in dem Verhältnisse von 1 zu 3 (ein Stempel und drei Staubgefässe) und zwar nur diese, aber diese nur in der normalen Stellung unter dem Stempel, also typisch die Grundlage der vollständigen unterständigen Blüte zeigt. Um diese Bedeutung der Sache durchzuführen, bedarf es aber zuerst eines Kampfes mit der geltenden Auffassung, der ich selbst bisher zu sehr gefolgt bin. Eichler hält auch für die Gramineenblüte das Schema von je zwei Kreisen zu 3 im Andröceum fest, wie es typisch bei den Liliazeen ausgeführt ist. Das fehlende wird dann nach der jetzt geltenden Methode theoretisch ergänzt, wobei die blutsverwandtschaftliche Vorstellung im Hintergrunde liegt, als müssten wir eine Verkümmerung der Gramineenblüte aus der Liliazeenblüte annehmen. Was den Stempel angeht, so ist hier die ursprüngliche Einheit bei den Gramineen durch die Beobachtung ganz sicher festgestellt, indem nur eine Samenknospe vorhanden ist und zwar die umgewandelte Spitze der Blütenaxe selbst, welche sich aber etwas seitwärts neigend rückwärts mit der Karpellnat verwächst. Staubgefässe sind typisch drei, unterhalb des Stempels nicht ganz in gleichen Distanzen inserirt, indem der vordere ein klein wenig von den beiden hinteren entfernt ist, als diese von einander. Ausserdem kommen bei vielen Gräsern zwei nach vorn gestellte und bei den Bambuseen drei kleine Blättchen (Lodiculae, Saftblättchen) vor, denen man die Bedeutung eines Perigons oder gar einer Andeutung von Kronenblättern vindiziren kann, wenn man die beiden Spelzen als Kelch betrachten will. Diese jedoch, welche auf ungleicher Höhe stehen, sind mit Sicherheit als Deckblatt und Vorblatt der Blüte erkannt, so dass die einzelne Gramineenblüte als die ursprünglichste und einfache Darstellung die typische Form der Blüte nach den Zahlen 1 und 3 erscheint,

welche in den beiden Spelzen die Geschichte der Entwicklung einer (seitlichen) Blüte aus dem Individuum und vielleicht in den Saftblättchen, die Andeutung eines Perigons in sich aufnimmt. Sowohl die Staubgefässe wie die Narben erscheinen in einer ihrer Bedeutung als Blütenorgane in ausgezeichneter Weise entsprechenden, ihrer morphologischen Bedeutung als Blätter ganz verleugnenden Form. Wenn es nun richtig wäre wegen der Bambuseen, welche zweimal 3 Staubgefässe und 3 Saftblättchen haben, die typische Gramineenblüte theoretisch auf die Liliazeenblüte zurückführen, so müsste man für die ebenfalls vorkommenden zweizählig gebauten Gramineenblüten wieder einen eigenen Typus aufstellen und es gelingt nicht, in dieser Weise die Mannigfaltigkeit der Erscheinung aus einem einzigen Gedanken zu erklären. Die zweizähligen Gramineenblüten weisen uns überdies darauf hin, dass neben dem Verhältnisse von 1 und 3 auch noch die 2 eine wesentliche Bedeutung in der Gramineenblüte hat, wie das dann in der meist zweiteiligen Narbe, in der dorsalen Längsfurche des Samens, auch in der leisen Verschiebung der Staubgefässe in ihrer Stellung zu einander ausgesprochen ist. Folgen wir diesem Winke, so werden wir sehen, um wieviel richtiger die ideale Auffassung an der Hand des Zahlengesetzes uns in das Verständniss der wirklichen Gestaltung hineinführt. Gegen Eichler bemerke ich vorab noch, dass er offenbar mit sich selbst im Widerspruch ist, wenn er die Herleitung eines theoretisch aufzustellenden dreizähligen Fruchtknotens bei den Gramineen aus der in einigen Fällen vorhommenden Dreizähligkeit der Narbe mit guten Gründen verwirft, dann aber selbst die zwei Staminalkreise des theoretischen Diagrammes aus der Stellung der Narben zu den Staubgefässen herleitet. —

Der Typus der Lilienblüte ist bestimmt durch die überschlagende Herrschaft der Dreizahl. Nicht blos haben wir hier zwei je dreizählige Perigon- und Staubblattwirtel, sondern auch einen dreizähligen Fruchtknoten mit je zwei Reihen von Samenknospen im Fache, die aber dann keine feste Zahl mehr darbieten. Wir sehen, auch hier greift die Zweizahl noch ein, aber so, dass sie in der Entwicklung überwunden und verdeckt wird und in die Gestaltung selbst nicht mehr bis zu dem Grade sich geltend macht, wie wir es beim Krystall in der kubischen Form des Hexaeders, die ja auch auf der 1 und 3 und der nur latent mitwirkenden 2 beruht. Beachten wir nun, dass die kryptogamische Vorbildung in der kubischen Form der Polytrichumkapsel mit einem Rückfall in die krystallinische Grundform abschloss, so können wir den Fortschritt des gestaltenden Principes in dem Uebergange des 1 und 3 in der Gramineenblüte zu den $2 \times 3 = 6$ in der Lilienblüte verstehen. Wirkt dort noch, wie bemerkt, die 2 äusserlich in die Herrschaft des einfachen Grundverhältnisses 1 und 3 hinein, so ist sie hier latent geworden in der Verdopplung der Kreise, so dass jetzt 5 Kreise entstehen, zwei Perigon, zwei Staminalkreise und eine dreizählige Samenkapsel, wo dann eben die dreiteilige Samenkapsel der einfachen der Gramineenblüte gegenüber charakteristisch ist. Die Lilienblüte ist nicht allein typisch vollständig unterständig, mit freien Elementen, sondern auch vollkommen und zwar in überschlagender Weise, indem der zweite Perigonkreis in die kronenartige Bildung hineingezogen wird. Hienach verstehen wir nun schon die Verdopplung der Staubblattwirtel und die 3 Saftblätter bei den Bambuseen als einen Uebergriff des Lilientypus in den Gramineentypus zunächst von den Palmen aus, dem dann der zweizählige Typus als eine Reminiscenz an die kryptogamische

Stufe gegenübersteht. Das wird sich nun noch ganz anders bewähren, wenn wir den ganzen Gegensatz der Gestaltung der Liliazeen zu den Gramineen ins Auge fassen. Die Gramineenblüte ist zwar typisch vollständig, aber nicht allein unvollkommen, sondern auch immer sehr klein, und was damit zusammenhängt, nie einzeln, sondern immer nur in mehr oder weniger reichen, durchgehends sehr reichen Blütenständen. Die Lilienblüte ist nicht allein überschlagend vollkommen und mächtig und gross in die Augen tretend, sondern auch in der typischen Form der Tulipeen nur eine auf einer Axe, was für die Gattung Tulipa Gattungsmerkmal ist. Bedenken wir nun, dass für die Gramineen ihrer Stellung gemäss die gegliederte Axe charakteristisch ist, so werden wir das den Liliazeen eigentümliche zwiebelförmige Wachstum, welches darin besteht, dass die Axe zu der in die Breite wachsenden Scheibe (Zwiebelkuchen) herabgedrückt ist und diesem die Blätter concentrisch mit ringförmigen Scheiden aufsitzen, leicht als das Gegengewicht gegen die überschlagende Blüte in der idealen Statik zwischen der Entwicklung des Individuums und der Blüte, welche die Gestaltung der Phanerogamen bestimmt, erkennen. Hier, monokotyl, steht diese einerseits mit der Dreizahl und anderseits mit dem Momente der Zusammengesetztheit des Individuums, welches den Blütenstand bedingt, so in Verschlingung, dass die noch unvollkommene Blüte nach dem Verhältnisse von 1 und 3 nur als Element im Blütenstande erscheint, welche der aus der kryptogamischen Schlussform wieder aufgenommenen gegliedert emporwachsenden Axe aufgesetzt ist, als letztes Glied, wie die Fruchtähre beim Schachtelhalm; dahingegen die überschlagende Blüte der Liliazeen nach dem Verhältnisse $3 \times 2$ die Zwiebelform erzeugt, die ich bekomme, wenn ich die Glieder eines Grashalmes concentrisch ineinander geschoben und die Knoten zur Scheibe zusammengedrückt denke. Dass es nicht meine Meinung ist, eine solche anschauliche Vorstellung zu einer Sache der Hypothese oder Beobachtung zu machen, die natürlich die Form auf der einen und auf der anderen Seite aus dem besonderen Zellbildungsprozess aufweist, brauche ich doch wohl kaum zu bemerken; dass aber die Zwiebelform eine mit der monokotylen Blütenentwicklnng eigentümlich verbundene Wachstumsform sei, lasse ich mir nicht bestreiten; dikotyl kommt sie in schwachen Anklängen nur in soweit vor, als überhaupt Rückbeziehungen zu den Monokotylen zum Gesetze ihrer Entwicklung gehören. Anderseits aber ist gar nicht zu verkennen, dass die Zwiebelform gewissermaassen die typische Form der gestauten, namentlich der central gestauten Axe ist, — Mit der charakteristischen Einblütigkeit von Tulipa als der typischen Form der Liliazeen correspondirt die auffallende Deckblattlosigkeit des ganzen Blütenstandes bei den Gramineen; sie ist der Ausdruck des Gleichgewichtes, der in der überschlagenden Blüte mit der Zwiebelform von der einen und der gegliedert aufsteigenden Axe mit dem Blütenstande von der anderen Seite erreicht ist. Bei der einen die Axe abschliessenden Blüte ist die Deckblattlosigkeit ein natürliches Ergebniss der Entwicklung; beim Blütenstande bemüht man sich vergebens um eine theoretische Ergänzung; sie ist ein ideales Moment und nur dadurch kann dies Verhältniss ein so bedeutender Zug für die Gestaltung werden, wie wir sehen werden. Seinen plastisch-symbolischen Ausdruck findet dieses Gleichgewicht in der Bildung der Staubgefässe, die übereinstimmend bei Liliazeen und Gramineen erstens nach innen sich öffnend und zweitens aufliegend d. h. so mit einem Punkte

in der Mitte auf der Spitze des Trägers befestigt sind, dass sie wie im Gleichgewichte quer dem Träger aufliegen. Die bei Tulipa dem Stempel ohne Staubweg in ihrer ganzen Breite aufliegende Narbe im Gegensatze der fiederig geteilten bei den Gramineen ist dagegen ein leises Anzeichen davon, dass im innersten Teile diese Ausgleichung hier noch nicht erreicht ist. Wir werden sehen, dass in diesen feinen Bildungen, von denen keine bedeutungslos ist, schon die Grundzüge der mannigfaltigen feinen Unterschiede enthalten sind, welche die Gestaltung der Blüte weiterhin uns aufweist und welche wir den jetzigen wissenschaftlichen Spielereien gegenüber vom idealen Standpunkte aus zu verstehen suchen werden. — Gehen wir jetzt auf das oben bemerkte Vorkommen von einerseits 6zählig und anderseits 2zählig gebauten Gramineenblüten zurück, welche die ganze Ausführung in Frage zu stellen scheinen konnte, so werden wir nun vielmehr sehen, wie sehr wir der wirklichen Ausgestaltung bis ins einzelste hinein gerecht werden können. Bei Tulipa ist natürlich die Blüte auf der betreffenden Axe Gipfelblüte; bei den Gräsern kommen Einzelblüten, die wirkliche Gipfelblüten sind, nur in zwei Fällen vor, bei Streptochaita und bei Anthoxanthum. Um die Bedeutung des Verhältnisses zu verstehen, muss man auf die bei der monokotylen Gestaltung durchaus noch zu Grunde liegende Idee des einfachen Individuums, wie es anschaulich scheinbar in dem fertigen Moospflänzchen dargestellt ist, ausgehen. In der normalen phanerogamischen Entwicklung und zunächst bei den Monokotylen kommt dies aber gar nicht vor, die oberirdisch erscheinende Axe ist nur Seitenaxe an der unterirdisch kriechenden oder gestauchten, deren ideal vollendete Form gewissermaassen die Zwiebel ist (bei Tulipa kann der Blütenschaft in einem gewissen Sinn als Hauptaxe geltend gemacht werden; er ist aber vielmehr nur eine centrale sekundäre Axe auf der diskusförmigen Hauptaxe). Die Rücksicht darauf bildet daher einen sehr wesentlichen Punkt zum Verständnisse der Pflanzengestaltung überhaupt. Bleiben wir hier zunächst bei dem Gegensatze der Bildungen mit der typisch einen Gipfelblüte bei Tulipa und den Gramineen, die nie einblütig sind, sondern wo der Blütenstand wesentlich ist, stehen. Die Einzelblüten sind immer seitlich nur die beiden Gattungen, Streptochaita und Anthoxanthum machen davon, wie gesagt, eine Ausnahme. Bei ihnen ist die Blüte wirkliche Gipfelblüte der betreffenden Axe. Nun gehört Streptochaita zu den im Andröceum sechszähligen Bambuseen und Anthoxantum ist zweizählig gebaut; beide aber sind in der Weise überschlagend, dass über das typische Maass der Gramineen und selbst der Liliazeenblüte hinaus noch weitere Kreise von Blättern in die Blüte hineingezogen werden, wie denn auch bei Streptochaita zwei seitliche Vorblätter nach Weise der Dikotylen vorhanden sind, welche hingegen bei Anthoxantum ganz fehlen. Das stimmt so genau mit dem über das Verhältniss der Liliazeen und Gramineenblüte zu der 1, 2, 3 mit Bezug auf die krystallinische Normalform des Kubus Gesagte, dass ich mich fast geradezu so ausdrücken möchte, dass die Gramineeblüte als die hemiedrische Form der Lilienblüte gedacht sei, was in Absicht auf den Kubus eine Unmöglichkeit war. Die organische Gestaltung steht in letzter Instanz ebenso wesentlich unter dem Zahlengesetz wie der Krystall, nur dass sie hier im lebendigen Organismus ebenso die Entwicklung regelt und nicht in der starren Form aufgeht, wie die Zelle dem Krystall gegenüber das die Bewegung in sich aufnehmende und fortführende stoffliche

Individuum ist. Es ist nun an dieser Stelle passend, den vorhin zurückgeschobenen Rückblick auf die kryptogamische Form von Isoëtes nachzuholen, weil wir nun besser einsehen werden, wie dieselbe mit ihrem concentrisch in die Breite wachsenden Stamm (womit sie einzig unter den Kryptogamen steht) und den rosettenartig auf ihm breit inserirten Blättern, die in prägnanter Weise mit Scheide und Lamina die Form der Gramineeblätter vorbilden, das ganze in dem Gegensatz der Gräser und Zwiebelgewächse auseinandergehende Wachstum der Monokotylen anticipiren. Die Blätter, welche in ihrem unteren scheidigen Teil das Sporogonium aufnehmen, sind natürlich ganz etwas anderes als die Gramineenblätter, aber desto charakteristischer ist es, wie die nach oben hin dreiseitig zugespitzte Lamina durch eine Höhlung mit einer Art Ligula abgegliedert ist. Und dass der verbreiterte Stamm, der sich an die centrale Bildung des Farnstammes von Strutiopeteris um so enger anschliesst, weil auch bei Isoëtes nach Jahresgängen abwachsend Cyklen von fruchtbaren und unfruchtbaren Blättern sich entwickeln, auf die Zwiebelform hinweist, werden wir dann richtig verstehen, wenn wir diese als die typische Form der unterirdisch bleibenden wurzelartigen Entwicklung des Stammes aufgefasst haben. — Dieser kryptogamischen Erinnerung an Isoëtes gegenüber werden wir nun die dritte monokotyle Hauptform, die Palmen, verstehen können. Sie bestehen dem die Monokotylen gestaltenden Gegensatze der gegliederten Axe und des zwiebelförmigen Wachtums zuwider, indem sie beides mit einander vereinend scheibenförmig verbreitete Glieder über einander türmen und so, indem sie eine typisch einfache kühn emporstrebende Axe aufbauen, welche am Gipfel mit einem mächtigen Blätterschopf endet, die reine Urform in dem Sinne wie bei den Moosen als aufwärts wachsende blättererzeugende Axe in grossartigster Weise darstellen. Dass sie es in dieser Weise dem die monokotyle Gestaltung beherrschenden Gegensatze zuwider thun, darin spricht sich ebenso, aber noch viel energischer als bei dem baumförmig wachsenden Farn die absolute Herrschaft der Urform über die Pflanzengestaltung aus, der gegenüber der geschlechtliche Reproduktionsprozess nur wie ein zu überwindendes Moment der Entwicklung erscheint und ohne welche es unmöglich ist, die wirkliche Gestaltung zu verstehen. Daher verstehen wir es, dass die Palmen in ihrer Blattentwicklung, obgleich ächt monokotyl, doch in der äusseren Form als entweder fiederförmig oder handförmig geteilt die beiden Grundformen des dikotylen Blattes anticipiren, sowie dass sie sich in der Blütenbildung, indem sie vollkommene Einzelblüten nach Liliazeentypus zu Blütenständen, die als ein Ganzes durch ein grosses Deckblatt (Spatha) bezeichnet sind, vereinen, ausserhalb des Gegensatzes der Gramineen und Liliazeen stellen, was sich aber noch in ganz anderer Weise zeigt, wie wir sehen werden. Soviel ist bis jetzt constatirt, dass Gramineen Liliazeen und Palmen die drei normalen und ideal berechtigten monokotylen Formen sind, daher auch in ihnen die das monokotyle Wachstum von dem dikotylen unterscheidenden Charaktere in Axe Blatt und Blüte am reinsten ausgeprägt sind, wobei die parallelnervigen Blätter und im Palmenstamme, der nie wie die Gräser hohle Internodien hat, die von unten nach oben oder vielmehr von oben nach unten gerade verlaufenden und nur an den Knoten sich kreuzenden Blattspurstränge dem Grundcharakter der Monokotylen als der in der Entwicklung zwischen den Kryptogamen und den Dikotylen stehenden Stufe entsprechen.

Fassen wir jetzt die ganze durch die Gramineen Liliazeen und Palmen repräsentirte normale d. h. den Grundgedanken vertretende monokotylen Entwicklung ins Auge, um sowohl an der Gestaltung dieser Hauptgruppen selbst als an den sie umgebenden Nebengruppen das ideale Moment als das gestaltende Princip aufzuweisen. — Für die Gramineen ist, was die Blüte angeht, weniges nachzuholen. Da immer nur die untere Spelze begrannt ist, die Granne aber doch wohl nur eine verkümmerte Spreite darstellt, so ist, wenn wirklich die untere Spelze als Deckblatt betrachtet werden muss, und nun das immer wieder grannenlose Deckblatt des ganzen Aehrchens hinzugenommen wird, doch wohl meine Auffassung vollständig gerechtfertigt, wonach die Grasblüte, die ich mit Wigand als eine vollständig nackte betrachte, in ihren Umhüllungen die Entwicklung des Individuums wiederholt in der mit der Entwicklung der Internodien auf- und absteigenden Entwicklung der Blätter, wodurch alle die speziellsten Bestimmungen, die Länge und Kürze der Internodien, der Grad, in dem die Hohlheit des Stengels ausgebildet ist, das Verhalten der Ligula bis zu der oben bemerkten Andeutung einer Gliederung in der Spreite hin dem Gesichtspunkte des idealen Momentes unterstellt werden. Die zweikielige obere Spelze wird mit Rücksicht auf die Stellung und die Beschaffenheit des Vorblattes bei den Monokotylen ohne Zweifel mit Recht als ein solches verstanden, aber dieses ganze Vorkommen bedarf noch einer genaueren Erläuterung auf die ich später zurückkommen werde. Dass die regelmässigen zwei Lodiculae etwas nach vorn zusammengerückt sind, entspricht dem entgegengesetzten Verhalten der beiden hinteren Staubgefässe und möchte richtig wohl nur als ein Ausdruck jenes bei den Gramineen im Ganzen und namentlich in der Blüte noch mitspielenden Dualismus verstanden werden, wobei auch die zur Keimknospe umgewandelte ihre centrale Stellung verleugnende Axenspitze zu bemerken ist. Was die Ausgestaltung der ganzen Gruppe angeht, so halte ich auch jetzt den von Brown aufgefassten Gesichtspunkt fest, wonach ich die Aehrchen, je nachdem sie in ihrer unteren oder ihrer oberen Blüte verkümmern, als centrifugal oder centripedal verkümmerte unterscheide, weil darin ein in der Entwicklung begründetes Princip ausgesprochen ist, welches wir in der ganzen idealen Gestaltung der Blütenstände sich wiederholen sehen. Der zweite Gesichtspunkt ist der Grad der Ausbildung des ganzen Blütenstandes zur Form der Aehre, wonach die eigentlichen Aehrengräser, d. h. diejenigen, wo das oberste Glied der scheinbaren oder wirklichen Hauptaxe zur ährentragenden Spindel umgebildet wird, als die typische Form hervorgehoben werden, bei denen sich dann sofort auch wieder das allgemeine Entwicklungsgesetz wiederholt, dass unmittelbar neben der typischen Form die überschlagenden stehen, wie sich in dem Verhältnisse von Secale, Triticum, Hordeum, Gaudinia u. s. w. zeigt. — Unmittelbar zu den Gramineen stellen sich nur die drei Gruppen der Cyperazeen, der Junkazeen und die Restiazeen. Die Cyperazeen sind die degenerirende Form der Gramineen, ihnen nach dem allgemeinen Gesetze so gegenüberstehend, wie die Lebermoose den Laubmoosen oder besser wie die Bryazeen den Polytricheen. Typisch lassen sie die emporwachsende gegliederte Axe fahren, indem der Halm nur im obersten Gliede überirdisch ist, nicht hohl aber dreikantig, die Blattscheide nicht geschlitzt; die auch hier als Samenknospe entwickelte Axenspitze des Seitensprosses behauptet ihre centrale Stellung und ein Perigon wird in verschiedener Weise an-

gedeutet. Bei den Carizeen, der den Gramineen zunächst stehenden Hauptgruppe der Cyperazeen, ist das Vorblatt zu dem das ganze Pistill umschliessenden Utriculus entwickelt, (hier sind nämlich immer die Blüten unvollständig, einhäufig oder zweihäufig; also die Blüte in ihre Bestandteile zerlegt, wobei dann die verschiedenartige Ausbildung der Stempelblüte und der Staubblüte auffällt). Bei den Scirpeen besteht das Perigon aus Borsten oder Fäden, bei anderen (Cladium, Cyperus) scheint die Andeutung des Perigons durch die Vermehrung der Hüllblätter ersetzt zu sein. Die Blüten sind bei den Cyperazeen Scirpeen und Cladien meist vollständig; die Blütenstände zeigen wie bei den gleich zu nennenden Junkazeen meistens die anomale Form der Spirre (Anthela) welche durch Uebergipfelung der zuerst blühenden Hauptaxe durch Nebenaxen zu Stande kommt und sich demnach als anomale Form eben aus der hier zur Sprache kommenden Bedeutung des Blütenstandes erklärt. — Die Junkazeen bilden offenbar von den Gramineen aus die Zwischenform zu den Liliazeen, die Restiazeen stehen den Gramineen näher als die Cyperazeen, aber nicht wie die Junkazeen in Beziehung auf die Liliazeen, sondern in Beziehung auf die Palmen und leiten eine im ganzen der monokotylen Entwicklung degenerirende Richtung ein, die wir später in den Erikauloneen wieder aufnehmen werden. —

Auch über die Palmen, die ich in Uebereinstimmung mit der Bedeutung, die ihnen das allgemeine menschliche Bewusstsein unwillkürlich zugestanden hat, auch in der wissenschaftlichen Botanik als ein Siegeszeichen der idealen Auffassung betrachten darf, habe ich nur weniges hinzuzufügen. Dass der Stamm typisch einfach ist und keine Zusammensetzung durch Knospenbildung, sondern nur in einzelnen Arten einen Anlauf zu dichotomer Teilung zeigt, drückt in Verbindung mit der grossartigen Blattentwicklung die, obwohl nur erzwungene, reine Darstellung der Urform so herrlich aus wie möglich. Mit Unrecht werden jetzt, auch von Eichler, die Palmen zu den Spadizifloreen gerechnet, weil, obwohl die Spatha dem Blütenstande der Palmen charakteristisch ist und in einzelnen Arten selbst der Blütenstand zum Spadix wird, doch dies bei den Palmen nicht wie bei den wirklichen Spadizifloren zum Princip der Entwicklung gemacht, nicht das ideale Moment der Entwicklung ist. Die Einzelblüten sind nicht blos dadurch für die Palmen charakteristisch, dass sie, obgleich nach Lilientypus gebaut, doch im Blütenstande prägnant als ein Ganzes zusammengestellt sind, sondern noch weiterhin dadurch, dass sie entweder vollständig oder unvollständig sind, im letzten Falle entweder mit oder ohne Anzeichen des fehlenden Teiles, ferner entweder unterständig oder bis nahezu oberständig und was die Stellung von Stempel und Staubblätter zu einander angeht, entweder, was das Normale ist, diese unter jenen oder umgekehrt stehen, wohl gemerkt aber nicht alles dieses wie wild durcheinander, sondern das sind eben die festen Merkmale, wonach die Arten unterschieden werden; ebenso verschieden ist die Ausbildung des Fruchtknotens zu verschiedenen Fruchtformen, worunter neben der mannigfach verschiedenen Beerenform namentlich auch die Zapfenform interessant ist. Der allerwichtigste Punkt ist aber, wie sich später zeigen wird, der, dass der Fruchtknoten immer dreifächerig, nach Lilientypus, aber nur mit einer Samenknospe in jedem Fache, angelegt ist und dass von diesen drei vorhandenen Samenanlagen immer nur eine zur Entwicklung kommt. — Die Ausgestaltung dieser grossen und herrlichen Gruppe

betreffend, bemerke ich hier nur soviel, dass sie von dem mit dünnen, selbst schlingenden Stengel wachsenden Calamus an, der den Gräsern (Bambuseen) nahe steht, bis zu der durch vollständig zwiebelartiges Wachstum mit gipfelständigem Blütenstande ausgezeichneten Corypha, zwischen welchen beiden Extremen die typischen Palmenformen mit in der Mitte verdickten, nach oben und unten verjüngtem Stamme als die Normalform stehen, der Stellung der Gruppe vollständig entsprechend erscheint. —

Etwas länger müssen wir uns bei den Liliazeen aufhalten, nicht allein, weil hier nach der idealen Auffassung der Fortschritt der ganzen Entwicklung auf der Stufe der Monokotylen angezeigt ist (die Palmen sind monokotyl in ähnlicher Weise eine abschliessende Entwicklung, wie die Schachtelhalme kryptogamisch), sondern auch, weil hier die Polemik der idealen Auffassung gegen die geltende wissenschaftliche selbst bis in die übersichtliche Zusammenfassung der Formen sich geltend macht. Stellen wir, um den richtigen Gesichtspunkt zu gewinnen, als den wesentlichen Grundcharakter der Lilien die aus fünf je dreiwirtelichen Kreisen gebildete Blüte auf (wonach dann auch die Junkazeen eingeschlossen sind), so umfasst der Lilientypus die ganze Masse der Monokotylen ausser den Gramineen mit wenigen Ausnahmen. Dabei stossen wir denn auf den Umstand, dass der Typus oberständig und unterständig in seiner vollkommenen Ausbildung so zusammentrifft, dass man nach der jetzt geltenden Auffassung, wonach man auf diese Unterscheidung kein wesentliches Gewicht legt, eigentlich keinen Unterschied mehr festzuhalten im Stande ist. Ich werde aber zeigen, dass man sich dadurch den Hauptgesichtspunkt für die ganze Ausgestaltung entgehen lässt, insofern mit der oberständigen Blüte sofort ganz entschieden die Tendenz auf unregelmässige (symmetrische) bis vollständig unsymmetrische Blüte eintritt, wodurch die mächtigen Familien der Amaryllideen Irideen Musazeen und Orchideen den unterständig blühenden Liliazeen gegenüber enge zusammengehalten werden. Sie bilden diesen gegenüber eine anomale Entwicklung, die wir erst vollständig verstehen können, wenn wir darauf achten, dass hier, wie die mit der Zerstörung der typisch normalen Blütenform gleichen Schritt haltende Annäherung an tierische Formen anzeigt, ein ganz anderes Moment in die Pflanzengestaltung eingreift. Ob diese Unterscheidung der oberständigen und unterständigen sechszähligen Blüte morphologisch in der Weise begründet ist, dass auch das oberständige Pistill bei den eigentlichen Liliazeen ein Axenteil ist, wie bei den oberständig blühenden, mag dahingestellt sein; die Bildung ist bei beiden dieselbe, mit unächter Mittelsäule und fachspaltiger Kapsel, und wenn auch nicht organisch für die Entwicklung der Individuen, so müssen wir doch jedenfalls ideell einen Indifferenzpunkt fesstellen, von wo aus die unterständige Blüte mit entschiedener Tendenz auf regelmässige, und die oberständige mit entschiedener Tendenz auf unregelmässige Form sich scheiden, und dieser Punkt ist auch deutlich genug bezeichnet in der mächtigen Form von Agave. Nur unterständig kann demnach die Lilienblüte die reine typische Form erreichen, die sie dem Gramineentypus gegenüber als den anderen Brennpunkt der normalen monokotylen Gestaltung signalisirt, und das ist, was zunächst die Blüte selbst angeht, vollständig erreicht in der Gattung Tulipa, der die eine Blüte auf dem einen Schafte (der allerdings die Hauptaxe ist, die aber nicht wie bei

Agave in ihrer ganzen Mächtigkeit emporwächst, sondern wie eine centrale Knospe der Scheibe der verbreiterten Hauptaxe aufsitzt) Gattungsmerkmal ist; und wenn nun auch das Pistill nicht wirklich ein Axenteil ist, so ist es doch als der Axe unmittelbar angehörend dadurch gekennzeichnet, dass erstens das Pistill dem Schafte ohne besonderen Blütenstiel, und zweitens die Narbe dem Pistill ohne Staubweg unmittelbar aufliegt. Dass aber auf diese Merkmale Gewicht gelegt ist, wird dadurch bewiesen, dass zunächst zu Tulipa (mit einblütigem Schaft) nur noch die beiden Gattungen Erythrionium und Orythia gehören, welche sich von Tulipa nur unterscheiden durch einen kurzen Blütenstiel bei der ersteren (mit dem ein leichtes Nicken der Blüte verbunden ist) und eine auf dem Staubweg etwas emporgehobene Narbe bei der anderen. Mit der Blüte der Gramineen ist aber Tulipa, wie schon bemerkt, wie die Liliazeen im engeren Sinne überhaupt in Parallele gestellt durch die nach innen geöffneten aufliegenden Antheren, womit dann genau zusammenhängt, dass wie selbstverständlich die Blüte bei Tulipa als einzelne Gipfelblüte, so auch, aber gar nicht selbstverständlich, sondern theoretisch unerklärlich, der Blütenstand bei den Gramineen als Ganzes deckblattlos ist. — Wie nun bei der oberständigen monokotylen Blüte schon die Amaryllideen, die den Liliazeen im engeren Sinne (dem Typus von Tulipa) zunächst stehen, die Tendenz auf eine unregelmässige Blüte zeigen, so offenbart sich auch bei Liliazeen das kaum und nur mit Noth erreichte Gleichgewicht zwischen Gramineen und Lilientypus darin, dass nicht Tulipa wie in der Blüte, so auch in der Zwiebelbildung die typische Form darstellt, sondern dass sich neben Tulipa als zweiter Grundtypus der Liliazeen die Gattung Allium stellt, die in der Zwiebelbildung die Gattung Tulipa ebenso viel übertrifft. wie sie in der typischen Herausdildung der Einzelblüte hinter ihr zurücksteht. Die Einzelblüte ist hier nicht allein verkümmert und in all den besonderen Merkmalen von Tulipa abweichend (Kapsel wenigsamig, kurzer Staubweg ohne besonders bezeichnete Narbe, Staubbeutel nicht aufliegend, Träger oft verbreitert, Perigon oft verwachsen), sondern auch immer zu einer Dolde oder vielmehr Schraubel zusammengestellt und durch ein grosses Deckblatt zusammengehalten; eine Beschaffenheit, welche auch die Amaryllideen mit der Gattung Allium teilen. Tulipa und Allium sind dann noch durch ein sehr festes, obwohl ideal zunächst schwer zu deutendes Merkmal unterschieden, durch die Samenhaut nämlich, welche bei Tulipa pergamentartig und bunt, bei Allium schwarz und gebrechlich ist. Um diese beiden Brennpunkte legt sich nun mit näherem Anschluss an Tulipa oder an Allium der engste Kreis der Liliazeen so an, dass mit leiser Abweichung in den feinsten Merkmalen die Ausgleichung der Gegensätze angedeutet ist, und so, indem einerseits eine fortschreitende (mit Beziehung auf die Amaryllideen), anderseits eine rückschreitende Entwicklung angezeigt ist, in diesem innersten Kreise schon das angedeutet wird, was sich dann im weiteren Umkreise des ganzen Liliazeengebietes vollzieht. Auf die volle Durchführung des Einzelnen kann es hier nicht ankommen; ich hebe die bemerkenswertesten Ercheinungen hervor. Die südamerikanische Gillesia (und Miersia) ist eine Zwiebelpflanze von der Tracht der Gagea mit einem spirrenartigen Blütenstande und Blüten, die, obwohl den Typus bewahrend (eine nur nicht völlig aufliegende dreieckige Narbe, fachspaltige Kapsel, nach innen öffnende Antheren), doch die auffallendsten Verwachsungen und

Verschiebungen der Blütenteile zeigt, so dass sie eine Orchideenblüte und zwar mit Unterscheidung eines grünen Kelches und einer Krone darzustellen scheint. Diese Form, welche sich offenbar an Gagea Albucea und ähnliche verkümmernde Liliazeenformen anschliesst, bewährt in der der Liliazeen angemessenen Weise das Gesetz der unmittelbar an die typische Form sich anlegenden degenerierenden Gestaltung und steht in dem umgekehrten Verhältnisse zur Tulipa wie Lilium, welche sich durch eine auf mächtigen keulenförmigen Staubwege aufliegenden Narbe zugleich aber kräftigen beblätterten Stengel von Tulipa unterscheidet. — Von Lilium unterscheidet sich Frittilaria nur durch die charakteristisch nickenden Blüten mit der Honiggrube, Eigenschaften, die wohl miteinander und anderseits mit dem bis zum windenden übergehenden Wachstume zusammenhängen; doch werden wir diesen idalen Zusammenhang der Gestaltungen erst im Grossen verfolgt haben müssen, um uns nicht in scheinbare Willkürlichkeiten zu verlieren: —

Von den Liliazeen im engsten Sinne werden ausgeschieden die Gruppe der Antherizeen oder Asphodaleen, der Melanthazeen, der Smilazeen und der Asparagineen, ohne dass man bis jetzt ein klares Princip dieser Unterscheidungen aufgestellt hätte, nur dass Becker richtig die Smilazeen und Asparagineen als beerentragende Liliazeen zusammenfasst, während er die Antherizen mit den Melanthazeen, zu denen doch die so eigentümliche Form vön Colchicum gehört, zusammenwirft, weil allerdings das Merkmal der nach aussen geöffneten Antheren so wenig stichhaltig erscheint, dass einerseits Tofieldia mit nach innen öffnenden Antheren zu den Melanthazeen gerechnet wird und anderseits auch bei den beerentragenden Liliazeen Formen mit extrorsen Antheren vorkommen. Gehen wir dagegen von dem idealen Gesichtspunkte der typischen Darstellung der Blüte einerseits und der Zwiebelform anderseits aus (welche nicht in eine Form zusammenfallend, sondern auf Tulipa und Allium sich verteilend die ganze Entwicklung gewissermassen auseinanderzerren), so ergibt sich nach dem allgemeinen Gestaltungsgesetze als Grundlage der degenerierenden Liliazeenform eine gleichmässige Verminderung der Blüte und der Zwiebelform und daraus, wenn diese einfach sich darstellt, die Familie der Antherizeen oder Asphodeleen, welche den Junkazeen von Seiten der Gramineen sich anschliesst, oder wenn der rückschreitende Charakter seinen besonderen Ausdruck findet, nämlich in den extrorsen Antheren und der nahtspaltenden Kapsel, was den direkten Gegensatz gegen den in Tulipa durchgesetzten Typus der Liliazeenblüte ausdrückt, so ergiebt sich die Familie der Melanthazeen. Und wenn nun da eine Form wie Veratrum mit gramineenartig emporwachsender Axe und einer reichen Rispe kleiner Blüten einer Form wie Asphodelus unter den Antherizeen etwa auf gleicher Höhe gegenübersteht, so schliesst die Richtung der Melanthazeen mit den Colchikazeen ab, einer Gruppe, der auf der anderen Seite keine entsprechende gegenübersteht. Colchicum nämlich drückt im geraden Gegensatz gegen Tulipa positiv die Depression des Liliazeentypus aus in dem mit der Zwiebel in die Erde verlegten wenig, oft einblütigen Blütenstande, der in der Blüte, im geraden Gegensatze zu der aufliegenden Narbe von Tulipa, den enorm langen Staubweg bedingt, die dann in den den Perigonblättern nicht bloss opponirten, sondern auch angewachsenen Trägern mit gleichwohl entschieden extrorsen Antheren, wie auch in der nicht bloss nahtspaltenden, sondern auch wie

nur lose zusammengefügten Kapseln seinen plastischen Ausdruck findet. Dieses Verhältniss der Blüte von Colchicum zu Tulipa zeigt uns den Anfang der innern Kämpfe, die wir im reichen Maasse in der Blütenbildung sich auskämpfen sehen werden und welche nur in der ins Auge gefassten idealen Bedeutung der Blüte ihren wirklichen Erklärungsgrund finden können. Das ideale Moment der introrsen oder extrorsen oder auch zweideutig geöffneten Antheren ist von selbst einleuchtend. Was die Opposition der Staubblätter gegen die Perigonblätter in ihrem Verhältnisse zu der theoretisch normalen Alternation betrifft, so ist dieser ganze Unterschied bei der monokotylen Blüte in gewisser Weise noch latent oder verwischt, insofern die je zwei dreizähligen Wirtel intentionell zu zwei sechszähligen Wirteln zusammengerückt sind, so dass alle Staubblätter allen Perigonblättern opponirt sind, daher die Bedeutung der Sache hier erst in einer Form wie Colchicum heraustritt, wo die den Blumenblättern angewachsenen Staubblätter gleichwohl in der Anthere extrors sind. Aehnlich verhält es sich mit dem Unterschiede der fach- oder nahtspaltigen Kapsel. Theoretisch genommen ist, insoweit die Karpelle als Blätter betrachtet werden, die nahtspaltende Kapsel das normale, weil hier der Riss durch die Sutur der verwachsenen Blätter geht, wohingegen, die Karpelle als Blätter betrachtet, bei der fachspaltenden Kapsel der Riss durch den Mittelnerv geht. Erwägen wir dann, wie sehr die Teilung des Blattes in zwei Hälften durch den durchgehenden Mittelnerv zur typischen Gestaltung des Blattes gehört, so werden wir schon hier ahnen können, ein wie tief einschneidendes Moment für den Kampf des Centralen und Peripherischen, der ideal in der Blüte zum Austrag kommen soll, in dieser Unterscheidung der fach- oder nahtspaltenden Kapsel liegt; im innigsten Zusammenhange natürlich mit der Frage, in wie weit die Mittelsäule eine wirkliche Fortsetzung der Axe, oder nur eine scheinbare aus verwachsenen Blatträndern ist. Monokotyl kommt diese Frage noch nicht zum klaren Austrage, insofern die unterständige Kapsel, die doch sicher nur als ein Axenteil verstanden werden kann, zunächst bei den Amaryllideen genau dieselbe Beschaffenheit aufweist, wie die oberständige. Die Entwicklungsgeschichte kann wohl in diesem Punkte die letzte Instanz der Entscheidung nicht abgeben, wie diejenigen fachspaltenden Kapseln beweisen, welche sicher aus verwachsenen Blättern entstanden sind. Da kann nur der höhere ideale Gesichtspunkt der Gestaltung entscheiden, dem gegenüber auch die Entwicklungsgeschichte einen nicht zu übersehenden, aber gleichwohl zu überwindenden Standpunkt begründet. Zu der absonderlichen Form von Colchicum kann ich in diesem Sinne noch dieses bemerken, dass sie in der idealen Statik zwischen idealer Ausgestaltung der Blüte und der gegliedert emporwachsenden Axe, welche auf Seiten der Liliazeen die Zwiebelform im Gegensatze zu der gegliedert emporwachsenden Axe der Gramineen bedingt, ihr Gegengewicht findet in der doch auch sonderbaren Erscheinung, dass die Gattung Allium und soviel ich weiss, nur diese, oft auf der Spitze des Blütenschaftes, zwischen den Blüten Zwiebeln, d. h. solche Knospen zeigt, in denen nicht die Blütenbildung, sondern das Individuum die Oberhand behalten hat. Es würde diese Erscheinung etwa damit zusammenzustellen sein, um diesen Gleichgewichtskampf vollständig zu verstehen, dass es bei Colchicum doch nicht zu einer wirklichen Einzelblüte, wie bei Tulipa, sondern nur zu einer wenig blühenden Traube kommt, von der oft aller-

dings nur eine Blüte sich entwickelt. So genau bewährt es sich, dass die charakteristisch einblütige Tulipa dem deckblattlosen Blütenstande der Gramineen das Gleichgewicht hält, welches auf beiden Seiten durch die nach innen geöffneten aufliegenden Antheren angezeigt ist. Zu einer besonderen Bemerkung giebt noch die trotz ihrer nach innen geöffneten Antheren zu den Melanthazeen gerechneten Gattung Tofieldia Veranlassung. Dieselbe hat nämlich in der Blüte unter dem sechszähligen Perigon noch eine eigentümliche als Calyculus bezeichnete Blattbildung, welche nach der geltenden Weise der theoretischen Erklärung durchaus unverständlich bleibt. Ich sehe darin nur ein Moment der nach dem allgemeinen Gestaltungsgesetz mit der rückschreitenden Entwicklung überall auftretenden anomalen Andeutung der Vorbildung, sowie bei Gillesia eine unregelmässige Blüte mit Kelch und Krone scheinbar sich darstellt oder wie bei Streptochaita (siehe p. 149) zwei seitliche Vorblätter vorhanden sind. Andeutungen von Ueberschreitung des normalen Typus finden sich in dem ganzen Bereiche dieser rückschreitenden Entwicklung in Vermehrung der Staubgefässe, Verwachsung der Blätter und sonstiger besonderer Bildungen. — Die beerentragenden Liliazeen bilden die auf dieser Seite den Restiazeen auf Seiten des Gramineentypus entsprechende Gruppe, die nicht wie diese eine nur schwache und verkümmernde, sondern dem Verhältnisse der Liliazeen zu den Gramineen in der ganzen Entwicklung gemäss eine fortschreitende, wenn auch nur anomal fortschreitende, und in die grössten Gegensätze des Wachstums bei ganz festem Zusammenhalten durch die eine Beerenfrucht erzeugenden geringen Blüten in Blütenständen, denen sie gegliedert eingefügt sind, auseinandergehende Entwicklung zeigt. Es ist die Sache der idealen Auffassung, diese Erscheinung zum Verständniss zu bringen, wobei wir uns immer gegenwärtig halten, dass die Monokotylen überhaupt als die durch den Eintritt der Blüte in die Entwicklung des Individuums als Darstellung der Urform zwischen die Kryptogamen und Dikotylen zwischengeworfene Stufe zu verstehen sind. Dass die Beerenfrucht hier das zusammenhaltende ideale Moment ausdrückt, ist dadurch angezeigt, dass sich der die Gattungen Tulipa und Allium so scharf scheidende Unterschied der pergamentartigen bunten und der gebrechlichen schwarzen Samenschale, wonach man die Smilazeen und der Asparagineen untercheidet, hier wiederholt, aber so, dass er unter das gemeinsame Charaktermerkmal der Beerenfrucht gestellt ist. In welchem Sinne ein an sich, wie es scheint, so unbedeutendes Merkmal wie die Fruchtentwicklung eine solche ideale Bedeutung gewinnen könne, das scheint mir vorab am allerklarsten in der so imposanten Form von Dracaena ausgesprochen; wo die als sechsteilige Beere entwickelte Frucht mit einem riesenhaften Stamme verbunden erscheint, dessen kolossale Mächtigkeit nicht wie bei den Palmen auf einer wie mechanischen Vereinigung von Gramineen- und Zwiebelwachstum, sondern auf einem die dikotyle Stammbildung anomal anticipierenden Bildungsprozess beruht. (Um den ersten Kreis von Fibrovasalsträngen, der einen Teil des Grundgewebes als Mark umschliesst und von einem anderen Teile desselben umschlossen wird, bildet sich sekundär ein mächtiger Mantel von das Gewebe verzweigt durchsetzenden Strängen, so dass in scheinbarer Weise konzentrische Ringe wie die Jahresringe bei dem dikotylen Stamme hergestellt werden.) Sehen wir hier die Beerenfrucht in Verbindung mit der Baumform, wie ja auch schon, obwohl dann immer

nur als einsamige Beere, bei den Palmen und müssen wir dann hier freilich noch nur aus der dikotylen Stufe anticipiren, dass Beerenfrucht mit der typischen Baumfrucht nicht zusammenfällt, vielmehr in einem direkten Gegensatz steht, wie uns die Kukurbitazeen zeigen werden, so darf uns eine Form wie Dracaena zu der Auffassung leiten, dass das ideale Entwicklungsmoment der beerentragenden Liliazeen die versuchte Vereinigung der typischen Lilienblüte mit der Baumform ist, d. h. der durchgesetzten Urform, deren wirkliche Erreichung durch die Auseinandersetzung mit der Blüte (und dem Blütenstande) die Stufe der Dikotylen begründet. So erklärt die hier durchgehends in einer oder anderer Weise sich zeigende Einmischung dikotyler Charaktere und anderseits das scharfe Eingreifen kryptogamischer Momente, wie die dichotome Teilung des Stammes bei Dracaena, die vierteilige Beere bei Asparagus im Gegensatz zu der sechsteiligen bei Dracaena, die scharfe Vierzahl bei Paris, die Kladodien bei Ruscus, in welcher anomalen Axenbildung, wo sie phanerogamisch vorkommt, ich nur ein der Thallusbildung bei den Lebermoosen gegenüber den Laubmoosen entsprechendes Moment erblicken kann. Durch diese Auffassung ist mir nun ein Gesichtspunkt gegeben, von dem aus ich die so weit auseinandergehenden Wachstumsformen der beerentragenden Liliazeen, die gigantische Baumform von Dracaena, die zierliche Kleinbaumform von Asparagnus (die auch wieder auf einen besonderen die dikotylen Nadelhölzer vorbildenden Wachstumsprozess beruht, indem die Niederblätter an der überirdisch aufgewachsenen Nebenaxe Büschel von kleinen Zweiglein erzeugen, in deren Entwicklung dann die Blütenbildung zu einem Doppelwikkel mit sehr verkürztem Sympodium eingreift), die geknickt windenden Stengel von Eustrephus, das Sympodium von Convallaria, die schaftblütige Paris und die scheinbar wurzelblütige Aspidistra mit den noch ganz enge an die normale Form der Liliazeen sich anschliessenden Gattungen Dianella Sanseveria Trillium aus ein und demselben Grundgedanken sich erklären. Dabei handelt es sich dann nicht um Sonderbarkeiten, sondern um Grundzüge der Entwicklung, wie sich weiter zeigen wird. Dass die Darstellung kolossaler quantitativ das Maass überschreitender Formen wie bei Dracaena immer mit dem widersinnigen Charakter der betreffenden Entwicklung, und dass windende Stämme immer mit einer übermässigen Verlängerung der Axe, welche aber zugleich eine Beziehung zur Baumform einschliesst, verbunden ist, mag schon vorlänfig bemerkt sein. Was die Tendenz auf dikotyle Charaktere angeht, so will ich noch erwähnen, dass bei Paris, welche in so auffallender Weise die typische Einblütigkeit vierzählig, um mich drastisch auszudrücken, persiflirt, fünfzählige Bildung ziemlich häufig, dahingegen dreizählige meines Wissens nie gefunden wird. Abnorm kommt vierzählige Bildung auch bei Tulipa und öfter bei Gagea vor. —

## Die anomale Entwicklung.

Die Gruppe der Gramineen Liliazeen und Palmen bezeichne ich als die normale monokotyle Entwicklung, weil sie den Grundgedanken der monokotylen Gestaltung ausdrücken und demgemäss auch alle die Monokotylen von den Dikotylen unterscheidenden Charaktere am reinsten ausprägen, bei den Gramineen, wie ich nachträglich bemerke, noch etwas reiner als bei den Liliazeen, wo schon einzelne wirtelständige oder netz-

nervige Blätter vorkommen (Lilium Martagon, Convallaria verticillata, Paris). Nun ist aber in dem Grundgedanken der monokotylen Gestaltung selbst, der ja auf dem noch nicht zur Ausgleichung gekommenen Kampfe zwischen Individuum Blütenstand und Blüte beruht, ein idaler Gegentypus begründet, der sich naturgemäss an die Liliazeen als die den Fortschritt in der Gestaltung der Monokotylen vertretende Form anlegt. Wenn in den Liliazeen die überschlagende Darstellung der vollkommenen (unterständigen) Blüte die Unterdrückung des Individuums (der aufstrebenden Axe) in der Zwiebelbildung bedingte, so wird, da ja die reine Darstellung des (zusammengesetzten) Individuums in der Baumform, die erst dikotyl erreicht wird, die Grundtendenz der ganzen Gestaltung des Pflanzenreiches ist, eine Opposition gegen den Lilientypus eintreten, welche sich wesentlich in der inneren Zerstörung der typischen Blütenform äussert. Dass diese an die oberständige Blüte sich anlegt, ist darin motivirt, dass monokotyl die Auseinandersetzung von Blüte Blütenstand und Individuum noch nicht erreicht ist. Die oberständige Blüte und zunächst die, womit wir es hier zu thun haben, wo der Fruchtknoten den Abschluss der Axe bildet, ist wie der erste noch rohe Versuch, die Idee der Blüte an der in der einfachen Urform gedachten Pflanze darzustellen, und daher geht die ganze Wucht der überschlagenden Blütenentwicklung bei den Monokotylen auf die oberständige Blüte, so dass die reine typische Form in den Liliazeen resp. Tulipa nur mit Not und wie erzwungener Weise erreicht wird, ähnlich wie die Baumform in den Palmen. Dass ferner diese Richtung von der Tendenz auf unregelmässige zygomorphe Gestaltung beherrscht wird, hat, wie schon bemerkt, seinen Grund in einer viel höher hinaufliegenden Beziehung, die uns erst verständlich werden kann, wenn wir den Zusammenhang zwischen Pflanze und Tier in dem ganzen Gestaltungsplan der Organisation erfasst haben. Dass endlich das unmittelbar morphologisch fassbare Moment dieser anomalen monokotylen Blütenentwicklung kein anderes sein kann als das Uebergreifen des Gramineentypus in den Liliazeentypus mit Beziehung auf die Palmen ergiebt sich aus dem statischen Verhältnisse der Gegensätze, und eben darin ist es denn auch begründet, dass dieser ersten anomalen Gruppe eine zweite sich gegenüberstellt, deren Princip die anomale Fassung des Blütenstandes als Blüte ist. In beiden Gruppen mischen sich ihrer Stellung gemäss mannigfach dikotyle Charaktere ein. Die hier aus dem Grundgedanken entwickelte Auffassung ist nur ein direktes Verständniss des in der Natur Gegebenen, wie ich nun im Einzelnen nachweisen werde.

**Schema der anormalen monokotylen Entwicklung, und zwar zuerst der unregelmässigen oberständigen Blüte.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Dioscoreen. | | Hydrocharideen. |
| | | Orchideen. | Scitamineen. | |
| | | | Irideen. | |
| | Amaryllideen. | | | |
| Agaveen. | | | | |
| **Liliazeen.** | | Palmen. | | Gräser. |

Die Agaveen sind seitwärts noch einigermassen unentschieden zwischen Liliazeen und Amaryllideen gestellt, um anzuzeigen, dass sie durch

die ihnen charakteristische Entwicklung der ganzen Hauptaxe zur Blüte (zum Blütenstande) das Grundprincip der monokotylen Blütenentwicklung vertreten, welches aber, wie es sofort in die oberständige und unterständige Blüte auseinander geht und durch die Rücksicht auf das Verhältniss der Einzelblüte zum Blütenstande mit bedingt ist, nur in dieser relativen gemässigten Form zur Erscheinung kommen kann. Wenn wir nach den Verhältnissen von Agave eine Zwiebel in ihrer ganzen Hauptaxe eine Gipfelblüte wie bei Tulipa entwickeln denken (was keinen innern Widerspruch enthält), so würden wir eine kolossale Form vor uns haben, wie wir sie etwa in der Rafflesia, aber in ganz monströser Weise, parasitisch verwirklicht sehen. Eben diese monströse Form beweist aber, dass die normale Entwicklung auf einer gewissen Connivenz, auf einer Ausgleichung in den Gegensätzen beruht, welche das ästhetische sozusagen moralische Grundprincip der Gestaltung bildet. So verstehen wir das auffallendste Moment bei Agave in dem mit einer, aber nicht einjährigen, sondern einen Zeitraum von 50—100 Jahren umfassenden Entwicklung des Individuums zur Blüte abgeschlossenen Lebenslauf und nicht minder die ganze charakteristische Erscheinung; die Blattrosette erinnert an die Zwiebelbildung, der Blütenstand an die Gramineen, wobei die Zusammenstellung von je drei Blüten zu einer Dolde die monokotyle Grundzahl signalisiert; die aufliegenden, nach innen geöffneten Staubbeutel und die oberständige, aber noch regelmässige Blüte an die Liliazeen; etwa in Parallele mit Jucca unter den Asparagineen, welche die aufliegende Narbe von Tulipa mit aufstrebender Baumform verbindet, so wie Hemerocallis, welche zygomorphe Blüte hat, wie die Amaryllideen einen Schein von oberstängiger Blüte ungefähr in dem Maase darstellt, wie Agave die wirkliche Oberständigkeit noch verdeckt. Die Amaryllideen stehen den Liliazeen, nur durch die entschieden oberständige Blüte geschieden noch unmittelbar nahe. Sie scheinen durch zugleich sehr vollkommene Zwiebelbildung und prachtvolle Entwicklung der Einzelblüte, die aber immer im Blütenstande gegliedert eingefügt ist, den monokotylen Typus in einem Individuum noch vollständiger darzustellen als die Liliazeen, nicht jedoch, ohne in leisen, aber klar verständlichen Andeutungen, die alle auf Einmischung des Gramineentypus hinweisen, die Ueberschreitung des normalen Typus anzuzeigen. Die Krone ist entweder mehr oder weniger verwachsen unter sich und mit den Staubgefässen und dann immer mit einer Andeutung zu einer unregelmässigen (zweilippigen) Bildung (wie bei Amaryllis Crinum Pancratium), oder sie behauptet sich regelmässig, zeigt dann aber die den Amaryllideen eigentümliche Bildung einer Nebenkrone entweder zwischen dem Perigon und den Staubblättern, oder mit diesen verwachsen, welche nach der richtigsten Erklärung als eine Stipularbildung angesehen und zwar mit der Ligula der Gramineenblätter in Beziehung gebracht wird, aber ihre wirkliche Erklärung doch nur dann findet, wenn wir in dieser zu dem Scheine einer verwachsenenblättrigen Krone ausgebildeten Ligula ein überschlagendes Moment der Blütenbildung erkennen, sowie die Ligula bei den Gramineen ein Anzeichen der noch nicht erreichten typischen Blattentwicklung ist. Durch diese Auffassung wird uns noch die dritte Hauptform der Blüte bei den Amaryllideen verständlich werden, welche in Galanthus den extremsten Ausdruck hat. Hier haben wir regelmässige Blüte, aber mit der grade entgegengesetzten Richtung auf Verkümmerung nach innen zu, worin die verminderten grünen und ganz an die Spelzen bei der

Grasblüte erinnernden innern Perigonblätter ihre Erklärung finden. Als ein besonderes Motiv tritt aber hier noch die aus zwei Blättern gebildete Spatha für die einzige auf gegliedert eingefügten Stiel stehende oder vielmehr hängende Blüte hinzu. Dass nämlich die Einzelblüten immer der Hauptaxe gegliedert eingefügt und zu einem Blütenstande, bei dem dann die Spatha in ihre Bedeutung eintritt, vereinigt sind, gehört zu dem unterscheidenden Charakter der Amaryllideen; die Bedeutung der Spatha ist nach dem allgemeinen Gesetz, dass eine Form von idealer Bedeutung auch immer ihre besondere Repräsentation in der Gestaltung findet, in der Gattung Haemanthus angezeigt, wo die Spatha blumenkronenartig entwickelt ist. Noch mehr aber darin, dass sich bei einer einblütigen Form wie bei Galanthus doch die Spatha in hervorgehobener Weise entwickelt findet, aber nur, was die Sache verständlich macht, in Verbindung mit der Richtung auf innerer Verkümmerung der Blüte. Dass wenn die Spatha ihre ideale Bedeutung in der Zusammenfassung eines Blütenstandes als Blüte hat, eine so ausgezeichnete Spathabildung bei einer typisch einblütigen Pflanze eine nicht blos widersinnige, sondern sinnlose Erscheinung ist, folgt aus der idealen Auffassung, und wir werden sehen, dass wir einer solchen nicht blos dieses eine Mal begegnen. — Das nickende einblütige Schneeglöckchen mit seinem einblütigen Schafte zwischen zwei Blättern und zwischen der aus zwei Blättern verwachsenen Spatha erscheint in solcher Weise nach dieser Richtung hin ebenso als ein positives Gegenstück der einblütigen Tulipa, wie wir es in anderer Richtung in Paris gesehen haben. —

Ich bemerke noch, dass zu dieser in den Amaryllideen und den Liliazeen zusammenstossenden monokotylen Blütenentwicklung noch eine grosse Menge von einzelnen Formen gehört, welche keinen wesentlichen Beitrag zum weiteren Verständnisse liefern und daher hier nicht weiter verfolgt werden sollen. — Von den Amaryllideen aus aber verstehen wir mit voller Sicherheit die drei grossen Familien der Irideen, der Skitamineen und der Orchideen, als ebensoviele Schritte in der Abweichung der oberständig durchgesetzten monokotylen (dreizähligen) Blüte von dem normalen regelmässigen Typus mit Beziehung auf das Verhältniss zu den Gramineen und den Palmen.

Die Irideen, welche den ersten, verhältnissmässig noch leichten Schritt in dieser Entwicklung bezeichnen, sind eine grosse Gruppe von sehr verschiedenem Habitus, die aber in ihrem Verhältnisse zu den Amaryllideen in ähnlicher Weise durch das Merkmal von nur drei Staubgefässen fest zusammengehalten werden, wie die Smilazeen und Asparagineen durch die Beerenfrucht als beerentragende Liliazeen. Nach der geltenden wissenschaftlichen Methode werden nun diese nur drei Staubblätter erklärt durch die Unterdrückung des einen, nämlich des innern Staubblattkreises, obwohl von einem solchen, wie Eichler ausdrücklich zugesteht, auch nicht die leiseste Spur vorhanden ist, ausser dass bei Gladiolus und bei Iris einigemale angebliche Andeutungen von Staubgefässen des inneren Kreises gesehen und weiterhin Spuren der ihnen zukommenden Gefässbündel entdeckt sein sollen, was mich, wenn es richtig ist, in meiner absoluten Verwerfung der theoretischen Ergänzungen als einer wissenschaftlichen Methode durchaus nicht irre machen würde, wie ich an anderer Stelle noch genauer zeigen werde. In dem hier vorliegenden Falle wird man leicht erkennen, dass die Dreizahl der Staubgefässe bei

den Irideen genau zusammenhängt mit der richtigen Erklärung der Gramineenblüte, für welche typisch auch nur ein einfacher Staubblätterkreis von drei Elementen aufgestellt werden darf und der zweite innere unberechtigt angenommen wird. Grade in dem wie bei den Gramineen nur dreizähligen Staminodium ist der Grad der Abweichung der oberständig durchgesetzten Blüte von dem Typus der Liliazeen angezeigt, der in den Irideen erreicht ist. Hinzukommt, was die Blüte betrifft, noch als wesentliches Merkmal, dass die Staubgefässe, die bei den Amaryllideen noch nach innen geöffnet sind mit einiger Neigung zu seitlicher Stellung, bei den Irideen charakteristisch nach aussen geöffnet (extrors) sind. Wesentlich ist dann ferner für die Irideen, dass bei ihnen noch keine durchschlagende Beziehung zu den Palmen, sondern nur zu den Gramineen hervortritt. Darauf beruht die Mannigfaltigkeit in der Wachstumsform der Irideen, als deren Endpunkte wir Crocus mit noch regelmässiger Blüte und durch ihren Habitus an Colchicum erinnernd, und anderseits Iris betrachten müssen, bei der die Folia aequitantia und die enorme Narbe als überschlagende Entwicklung von Momenten des Gramineentypus, was die Stellung und Bildung der Blätter angeht, namentlich des in den Gramineentypus noch so tief eingreifenden Dualismus sind, sowie auch hier grade der kompliziert fächelartige Blütenstand, der, wie Eichler nachweist, ganz so wie bei Juncus sich wiederfindet, für die innere Beziehung zu den Gramineen seine besondere Bedeutung hat. — Wenn nun die Irideen eine im Ganzen noch leicht verständliche Entwicklung sind, so bieten die Skitamineen und auch die Orchideen, wie ich zeigen werde, obwohl man über diese einverstanden zu sein glaubt, abweichende und schwierige Verhältnisse, an denen die ideale Auffassung, welche einfach das thatsächlich Vorliegende ins Auge fasst und sich keine Suppositionen in der Entwicklung erlaubt, eine Krisis zu bestehen haben wird. Zur Gruppe der Skitamineen gehören die Musazeen, die Zingiberiazeen und die Marantazeen. Den Ausgangspunkt des Verständnisses müssen die Musazeen bilden, bei denen die Sache noch einfacher liegt. Die Staubgefässe, welche hier ideal klar die monokotyle Sechszahl in zwei Kreisen anzeigen, sind thatsächlich auf fünf reduziert, indem eines, und zwar entweder eines des innern oder eines des äussern Kreises verkümmert und höchstens andeutungsweise als ein Schüppchen vorhanden ist. Ich betrachte dieses Vorkommen einfach als eine Reduktion der monokotylen Sechszahl auf die dikotyle Fünfzahl, wobei ich von der Grundvoraussetzung ausgehe, dass die Gramineenblüte typisch nur drei Staubgefässe hat, in deren nicht ganz gleichmässiger Stellung leise schon der Eingriff der Zweizahl angedeutet ist, aus dessen durchgeführter Gattung ich diese ganze unregelmässige Formreihe erkläre. Zu beachten ist zunächst bei den Musazeen selbst der Gegensatz von Heliconia, wo das fehlende Staubgefäss dem äusseren Kreise angehört, zu den übrigen Musazeen, wo es dem innern Kreise angehört, womit zugleich eine verschiedene Richtung in der Disposition der Blütenteile verbunden ist, indem bei Heliconia das unpaare Kelchblatt der Axe zugewendet, bei den andern Musazeen von der Axe abgewendet ist, und weiterhin in der ganzen Entwicklung der Blüte und selbst des Individuums, wie weiter unten ausgeführt werden soll. — Vergleichen wir zunächst in dem Hauptpunkte die Blüte der beiden andern Gruppen, so untercheiden sich die Zingiberiazeen und die Marantazeen von den Musazeen gemeinschaftlich

dadurch, dass beide nur ein Staubgefäss ausbilden, welches im Diagramme die Stelle des bei den Musazeen verkümmernden einnimmt, so dass aus der Zusammenstellung des Staminodiums der Musazeen einerseits und der Zingiberiazeen und Maranthazeen anderseits zusammen sich der vollständige Typus der monokotylen Blüte ergiebt. Ich erblicke demnach in dieser Anordnung das Princip der Zerlegung, welches wir als einen der idealen Auffassung begründeten Zug weiterhin in seiner Wirksamkeit sehen werden und konstatire zunächst, dass wir von den Musazeen aus, wo wir noch klar den monokotylen Typus angezeigt sehen, die beiden andern Gruppen verstehen müssen. Bei den Zingiberiazeen ist nun das eine Staubgefäss gross mit dithecisch vierfächeriger Anthere und überragendem Mittelband, so dass es den Griffel einfasst und zu der Narbe in die unmittelbarste Nähe tritt. Ausser diesem einen Staubblatte ist in der innern Blüte nur noch ein die unregelmässige zweilippige Form der Orchideenblüte in ganz auffallender Weise nachahmendes Blatt vorhanden, welches die Ergänzungstheorie als aus den fünf fehlenden Staubblättern enstanden ansieht. Nach einer andern Ansicht sollen jedoch vielmehr die zwei Drüsen oder Knöpfchen, welche sich neben dem Griffel auf dem Fruchtknoten zwischen dem vorderen und den beiden hinteren Fächern finden, die beiden fehlenden Staubgefässe des innern Kreises sein, was ich nur anführe, um zu zeigen, wie unsicher diese Auffassung ist. Bei den Marantazeen, wo diese Verbildung der Blüte den Höhepunkt erreicht, fehlt zunächst diese Andeutung; der Griffel blattartig mit einseitiger verschwindender Narbe steht nicht central, sondern wird nur von einem Karpid aus (dem über dem ersten Kelchblatt gelegenen) gebildet. Das eine Staubgefäss hat ebenfalls nur eine seitliche halbe Anthere, während die andere Seite blattartig auswächst. Dem Staubblatt gegenüber steht auch hier ein grösseres als Labellum bezeichnetes Blatt, welches aber nicht so auffallend wie das Labellum bei den Zingiberiazeen sich ausbildet, sondern in der Blüte sich aufrollt. Ausser diesen sind noch zwei oder vier kleinere Blättchen vorhanden, welche verschieden gedeutet werden, aber keine Funktion haben. Fasse ich nun diese Besonderheiten in der Blüte der Zingiberiazeen und Marantazeen, das Princip der Zerlegung der in den Musazeen noch klar ausgesprochenen typischen monokotylen Blüte weiter verfolgend ins Auge, so wird mir klar, dass die erste Gruppe, wie auch äusserlich in der Blütenform ausgesprochen ist, nach der Richtung sich hinneigt, die wir in der grossen Gruppe der Orchideen zum vollen Austrage kommen sehen und deren innere Tendenz die unmittelbarste Annäherung und gewissermassen Verschmelzung der beiden wesentlichen Blütenteile und deren widersinnige Bedeutung zugleich darin ausgesprochen ist, dass die Funktion in demselben Maasse unmöglich gemacht wird, wie die Teile einander genähert sind und dass dem gegenüber die Maranthazeen die Auflösung und Zerstörung der Blüte in ihren wesentlichen Bestandteilen durch das von den Gramineen aus in die innere Blütenbildung eindringende Blütenstandsgesetz aussprechen, wodurch die Blüte eine vollständig unsymmetrische wird und zwar in einer Weise, wie sie nur in diesem einen Beispiele zu Stande kommt. Bestimmend ist für mich die mit meiner idealen Auffassung zusammentreffende von Eichler festgestellte Entwicklungsthatsache, dass der ganze innere Apparat (mit Ausnahme des Fruchtknotens und Griffels) nur aus zwei Primordien entsteht, denen zunächst das Staubblatt und das diesem

gegenüberstehende Labellum entspricht. Sowohl der Griffel als das Staubgefäss lösen sich in Blattbildung auf, von ihrer Blütenfunktion einseitig nur ebenso viel bewahrend, als absolut notwendig ist; die übrigen Blättchen, die zudem in der Zahl schwanken, sind so zu erklären, wie die verschiedenen Vorblätter in dem fächelartigen Blütenstande von Iris, der diesen Vorgang in der Blütengestaltung der Maranthazeen anticipirt. Verstehen wir demnach den in der Blüte der Zingiberiazeen und Marantazeen angelegten Gegensatz als die Ausführung der in den Musazeen erst angedeuteten Zerlegung der typischen monokotylen Blüte, insoweit sie nun nicht unterständig wie bei den Liliazeen und Tulipa, sondern oberständig durchgeführt werden soll, so entsprechen alle anderen Verhältnisse diesem Verständnisse in der vollkommensten Weise, sowohl die Besonderheiten in der Stellung der Teile des Fruchtknotens und in der Ausbildung des Samens, auf die ich später genauer zurückkommen werde (die beiden Drüsen bei den Zingiberiazeen erkläre ich als Andeutung von Commissuralnarben), als in der weiteren Gestaltung der Blüte und des Blütenstandes, sowie der ganzen Wachstumsform des Individuums. Was die Blüte und den Blütenstand angeht, so tritt nur bei den Musazeen und zwar bei den Uranien im Gegensatz zu Heliconia die monokotyle Bedeutung der Spatha mächtig hervor, während bei den Zingiberiazeen und Marantazeen jene innere unregelmässige Blütenbildung von einem regelmässigen sechszähligen deutlich in zwei Kreise als Kelch und Krone unterschiedenen Perigon umgeben ist, zum augenfälligen Beweis dafür, dass in dieser unregelmässigen Ausführung der monokotylen Blüte die Entwicklung und Geschichte der dikotylen Blüte vorbedeutet ist, die wir in ihr studiren können, so wie wir mikroskopisch an den Algen die Entwicklung der Elementarorgane studiren. Was die Wachstumsform angeht, bei der wir in dieser Gruppe nicht wie bei den Irideen blos auf eine Beziehung zu den Gramineen, sondern auch zu den Palmen zurückgehen müssen, so stellen die gewaltigen Musazeen ein Mittelding zwischen einer Zwiebel und einer Palme dar, indem die einander umfassenden Blattscheiden eine scheinbare Axe bilden, was nur möglich ist durch die materielle Grossartigkeit der Erscheinung, die bekanntlich das Blatt bei den Musazeen in der nicht mehr zu übersteigenden Mächtigkeit zeigt, wobei zugleich den Palmen gegenüber die dikotyle Grundform des elliptischen fiedernervigen Blattes mit monokotylem Charakter in der Weise dargestellt wird, dass die beiden Hälften der ganzrandigen Blattfläche von Gefässsträngen, die unter rechten Winkeln von den Hauptnerven sich ablösen, durchsetzt sind. Die Zingiberiazeen aber nähern sich auch in ihrer Wachstumsform ebenso den Orchideen, wie die Marantazeen den Gramineen. Was die Blütenstände bei diesen angeht, so erwähne ich noch die von Eichler hervorgehobene Eigentümlichkeit, dass das Eingreifen des Dualismus in die innere Blütengestaltung bei den Marantazeen sich noch darin besonders geltend macht, dass zuletzt immer nur zwei Blüten in einem Wikkel zusammenstehen, welche bei der typischen Form Canna nicht wie sonst immer heterodrom, sondern homodrom sich zu einander verhalten, eine, wie die ganz vollständig unsymmetrische Blüte, einzig dastehende Thatsache, welche sich doch wohl nicht mit Eichler dadurch erklären lässt, dass es der Blüte nur in dieser Weise möglich war, die ihr vorteilhafte Stellung zu erreichen.

In der durchgeführten Auffassung der Skitamineen ist nun schon

meine Abweichung von der geltenden Erklärung der Orchideenblüte, die ich als als bekannt voraussetzen kann, angezeigt. Ich sehe keinen genügenden Grund, bei den Orchideen in der Anlage einen doppelten Staubblätterkreis vorauszusetzen, ausser insoweit diese Blüte ganz im allgemeinen und wie von fern her unter den Gesichtspunkt der typischen monokotylen Blüte gestellt ist, was zur Erklärung der Höcker oder Schüppchen, die man als Rudimente der fehlenden Staubblätter betrachtet und der Nervenstränge, welche diese andeuten sollen, genügt. In Wirklichkeit kommen nur 3 Staubblätter zur Ausbildung und zwar nach dem sich hier wieder in einer schlagenden Weise bestätigenden Gesetze der Zerlegung in der Weise, dass das Gros der Orchideen nur ein Staubblatt ausbildet, wie die Zingiberiazeen, dem auch hier das Labellum gegenübersteht, im Gegensatze zu allen andern aber Cypripedium zwei, während die dem einen der andern Orchideen entsprechende leergelassene Stelle durch ein starkes Staminodium besetzt ist. Wenn hier der übrigen Stellung gemäss die Staubblätter dem innern, bei den andern Orchideen das eine dem äussern Kreise angehörend betrachtet werden muss, so kann dies dem Gesagten gemäss der Ergänzungstheorie nicht zur Stütze dienen ebensowenig, wie sonstige vereinzelte Vorkommnisse. Bei Uropedium kommen regelmässig drei Staubblätter vor, aber hier ist die Blüte so regelmässig, dass man geneigt ist, sie nur als eine pelorische Form von Cypripedium zu betrachten. Wenn einzeln sogar 5 Staubblätter vorkommen (Arundina pentandra), so kann ich darin nur einen hier überall hineinspielenden Zug dikotyler Bildung erblicken, der sich in der Blüte überhaupt deutlich in der Unterscheidung eines äusseren kelchartig und eines inneren kronenartig gebildeten Perigonkreises zu erkennen giebt. Was mich aber innerlich bestimmt, in der Orchideenblüte nur drei Staubblätter typisch angelegt zu sehen, ist die Beziehung auf die schon die Irideen gestaltende Rücksicht, auf die Dreizähligkeit der Gramineenblüte, welche ich als die halbierte Sechszähligkeit der typischen monokotylen Blüte auffasse, so dass in dieser unregelmässigen oberständigen Blütenbildung eben das Princip der Teilung, der Dualismus, worauf ja auch die unregelmässige (zygomorphe) Form beruht, sich geltend macht, und damit sehen wir dann zugleich in der Orchideenblüte die unmittelbarste Annäherung und Verwachsung der beiden wesentlichen Blütenteile ausgeführt, welche in dem Verhältnisse der Narbe zu den Staubblättern schon bei Iris und noch mehr bei den Zingiberiazeen angedeutet war. Welche durchgreifende Bedeutung dieser Verhältnisse des Gynäceums zum Androeceum für die Gestaltung des lebendigen Organismus hat, davon werden wir uns weiterhin zur Genüge überzeugen; hier betrachten wir es zunächst nur als ein Merkzeichen der äussersten Zerrüttung und Verkehrung der typisch-normalen Gestaltung der Blüte, und damit stimmt dann alles in dieser ganzen Blütenbildung, die unvollkommene Ausbildung des Pollens und des Samens, auch die excentrische Stellung der Samenknospen, und endlich die Verdrehung der Blüte, welche ich einfach als den äussern Ausdruck dieser innern Stellung verstehe; und wenn man meint, dass das zu weit ginge, so sehe man auf Cypripedium, welches, so wie es innerlich eine entgegengesetzte Richtung anzeigt, die Umdrehung nicht hat, aber dieselbe durch das Umkippen der Blüte gewissermassen ersetzt. Was die ganze Wachstumsform der Orchideen angeht, so schliessen sie sich offenbar am nächsten an Iris an, mit der charakteristischen Eigen-

tümlichkeit, dass die blühende Pflanze jährlich abstirbt, aber eine Ersatzknolle für das nächste Jahr erzeugt, welche also von der Stelle ein wenig fortrückt. Die äussere Blütenbildung der Orchideen, welche gewöhnlich das Interesse am allermeisten in Anspruch nimmt, wird uns später genauer beschäftigen, wenn wir ihre Beziehung zu dieser innern Entwicklung ins Auge fassen; hier sei nur bemerkt, dass wir in dieser überreichen Mannigfaltigkeit auf ein Gebiet stossen, wo uns die Natur selbst eine ins Kleinliche gehende Durchführung der idealen Auffassung zu verbieten scheint. — Diese Auffassung der Orchideen und damit dieser ganzen Entwicklung erhält nun ihre ausdrückliche Bestätigung durch die kleine Familie der Apostasien, Pflanzen mit einem iris- oder musazeenartigen Wachstum, mit oberständiger, zum Teil (bei Apostasia) noch regelmässiger sechszähliger Blüte mit excentrischer Placentation und entweder zwei Staubblättern (Apostasia) wie bei Cypripedlium oder dreien, wo dann das dritte dem Labellum (bei Neuwidea) gegenübersteht, wie bei den andern Orchideen; das ist eine von den Formen, von denen man mit Recht behaupten könnte, dass sie bloss dazu sind, um die Richtigkeit der idalen Auffassung zu bezeugen. —

Ausser den bis jetzt genannten haben wir nur noch zwei monokotyle Familien mit oberständiger Blüte, welche durchaus der Forderung gemäss die noch offenen Lücken ausfüllen und durch ihre Stellung in ihrer ganzen Gestaltung sich erklären, die Dioskoreen und die Hydrocharideen. Die Dioskoreen drücken als Pflanzen mit einer mächtigen knolligen Hauptaxe, welche dann in schlingenden Nebenaxen mit einer eigentümlichen Holzbildung und wie dikotyl geformten spiralen (in einigen Fällen gegenständigen) Blättern, unvollständiger (diözischer) Blüte, die sowohl in der Staub- als in der Stempelblüte als oberständig angezeigt ist, die monokotyle Tendenz auf die Kupuliferenform ausprägt, wenn man das schlingende Wachstum in diesem Sinne versteht, so dass hier in der oberständigen Blüte auszuführen versucht wird, was wir dikotyl in den Kupuliferen, aber mit Scheidung der oberständigen und unterständigen Blüte nach den Geschlechtern und nun typisch entwickelten Baumform vollständig ausgeführt sehen. Der anomale Charakter kommt in grotesker Weise in der monströsen Bildung von Tamus elephantopus zur Erscheinung und die Ausbildung des Fruchtknotens teils nach seiner Anlage als dreifächerige Kapsel und zwar oft in der Form einer Flügelfrucht, teils durch nachträgliche Zellbildung als unächte Beere bestätigt insbesondere die Auffassung. — Dieser überschlagenden Entwicklung nach der Richtung der Kupuliferen hin stehen dann in entgegengesetzter in so weit rückschreitender Entwicklung die Hydrocharideen gegenüber in ihrem Charakter als oberständige monokotyle Wasserpflanzen, wobei wir uns zum Bewusstsein bringen müssen, dass die Beziehung der organischen Entwicklung zu den Elementen im alten Sinne des Wortes ein unverwüstliches Moment des wahrhaft natürlichen Systemes in sich trägt, und für die Pflanze zunächst in der Weise wesentlich ist, dass die Algen als die rückschreitende Form der ganzen Pflanzenentwicklung durchaus auf das Wasser angewiesene Pflanzen sind. Aus diesem Charakter erklären sich nun die drei Grundformen der Hydrocharideen; die Hydrilleen (Anacharideen) mit gegenständigen oder wirtelständigen Blättern die Form von Equisetum oder Chara darstellend, die Vallisnerien ganz untergetauchte Pflanzen mit bandförmigen Blättern auf dem ver-

kürzten Stengel, und die Stratiotideen mit rosettenartig gestellten Blättern und einem blühenden Schafte. Verfolgen wir die mit dieser verschiedenen Wachstumsform zusammengehende verschiedenartige Gestaltung der Blüte und des Blütenprozesses, so stossen wir hier einmal auf einen Punkt, wo der jetzt so sonderbar missbrauchte Begriff der Anpassung an die Verhältnisse einen greifbaren, aber dann auch nur durch die ideale Auffassung verständlichen Sinn bekommt, nicht blos in Betreff der anatamischen Eigentümlichkeiten, die direkt durch das Leben im Wasser bedingt sind (Mangel der Spaltöffnungen, weite Luftröhren im Stengel), sondern auch in Betreff der Form und des Prozesses der Blüte. Hydrilla, welche noch unmittelbar unter der Oberfläche des Wassers lebt und blüht, hat eine einfach verminderte vollständige oder unvollständige Blüte, die nur durch den verlängerten Tubus und Griffel (ähnlich wie Colchicum), womit sie über der Oberfläche des Wassers hervortritt, merkwürdig ist. Bei Vallisneria wird die weibliche Blüte zum Behufe der Fruktifikation durch den spiral sich zusammenziehenden und ausdehnenden Stengel an die Oberfläche des Wassers emporgehoben, wo sie den aus den abgerissenen Staubbeuteln entlassenen und auf dem Wasser schwimmenden Pollen empfängt. Bei Stratiotes, dessen Entwicklung die Hauptmasse der Hydrocharideen vertritt, werden die blühenden Sprosse durch einen verlängerten Zweig an die Oberfläche befördert. Hier kommt nun auch das innerlich Anomale dieser ganzen Entwicklung, nämlich die trotz der typischen Unvollständigkeit der (diözischen) Blüte doch starke und bei der männlichen und weiblichen Blüte gleichmässig durchgesetzte Entwicklung der Einzelblüte nach monokotyler (in einzelne Arten überschrittener) Grundzahl, aber mit dikotyler Untercheidung der Perigonkreise, was dann als die Tendenz dieser Gestaltung ausgesprochen ist in der Gattung Ottelia, der einzigen mit vollständiger, aber ganz schwach entwickelter Blüte und in der auffallenden Bildung bei Stratiotes, wo so gut die Staubblattkreise in der männlichen, wie die Karpidenkreise in der weiblichen Blüte central gestellt und beide von Kreisen fadenförmiger Bildungen (Nektarien!) umgeben sind, welche beiden Blüten den Anschein einer vollständigen Blüte geben, wobei ich bemerke, dass wir hier zum erstenmale auf das deutliche Beispiel einer Scheinbildung stossen. In der Anomalität dieser Scheinbildung, welche die typisch unvollständige Blüte gleichwohl als eine vollständige und vollkommene darstellen will, tritt aber das ganze Motiv dieser Entwicklung, welche die oberständige monokotyle Blüte als Einzelblüte in der rückschreitenden Entwicklung der Pflanze als Wasserform gleichwohl durchsetzen will, zu Tage. Ich kann noch hinzusetzen, dass das Verhalten von Vallisneria den geraden Gegensatz bildet, zu der nächsten und gleichwohl die Funktion unmöglich machenden Annäherung der wesentlichen Blütenteile in den Orchideen, und dass es damit zusammenhängt, wie ich später zeigen werde, dass hier die äussere gewaltsam mechanische Bewegung zum Prozesse der Fruktifikation mitwirkt, wie bei jenen die Beihilfe der Insekten; die interessanten Beziehungen dieser einzelnen Erscheinungen müssen wir uns ja für die spätere Betrachtung vorbehalten.

## Schema der anomalen monokotylen Entwicklung, zweitens der unterständigen Blüte.

Cyklantheen. Pandaneen.
**Aroideen.** Najadeen.
Tryphazeen. Lemnazeen.
Butomeen.
Junkagineen. Alismazeen.
Palmen.
Liliazeen. Gramineen.

Die zweite Richtung der anomalen monokotylen Entwicklung ist motivirt in der monokotyl noch nicht erreichten klaren Scheidung zwischen Blüte und Blütenstand in Verknüpfung mit der Unterscheidung von oberständiger und unterständiger Blüte, daher, wie die oberständig sich durchsetzende Blüte zur Unregelmässigkeit und zum Eingriff in die Grundverhältnisse der Blüte führt, die unterständige umgekehrt den Blütenstand als Einzelblüte fassen will und dann noch tiefer in den ganzen Bestand der Urform der Pflanze eingreift. Die typische Form dieser Entwicklung stellt sich daher dar in den Spadizifloreen, zu denen ich aber, wie schon bemerkt, die Palmen nicht rechne, weil bei diesen allerdings auch schon der Spadiz, d. h. die Verschmelzung der Einzelblüten eines Blütenstandes zu der Form eines Kolbens, welcher dann von einem mächtigen Vorblatt als Spatha umfasst ist, eine wesentliche, aber noch nicht die eigentlich die ganze Ercheinung bestimmende Form ist. Eine innere Beziehung der Spadizifloren zu den Palmen ist allerdings dadurch angezeigt, die in der centralen Bedeutung der Palmen als Baumform begründet ist und in der die Spatha, das Blütenstandsdeckblatt, als Ausdruck des Gegensatzes zu der Deckblattlosigkeit des reinen monokotylen Gegensatzes in den Liliazeen (Tulipeen) und Gramineen ihre wesentliche Stelle hat. Begründet wird dann durch diese Beziehung auf die Palmen die mittlere Stellung der Spadizifloren im Verhältnisse nach der einen Seite zu den Typhazeen, wodurch sie mit den noch unmittelbar an die Liliazeen sich anschliessenden Formen verknüpft sind, und den Najadeen, wodurch sie zu den Gramineen zurückgreifen. Wir finden hier wieder überall so scharf und zum Teil wieder kolossal und monströs ausgeprägte Charaktere, dass wir über das Verständniss nirgends zweifelhaft sein können. Am schwierigsten sind verhältnissmässig die den Liliazeen als unterständige dreizählige Blüte zunächststehenden Formen, weil es sich eben noch um ganz geringe Abweichungen handelt. Sie werden aber verständlich, wenn wir nur die unterständige Blüte als die eigentlich typisch vollkommene im Auge behalten, ihre reine Darstellung aber in den Liliazeen resp. Tulipeen als Zwiebelpflanzen mit dem überschlagenden Momente der Blütenentwicklung gegenüber der Axenentwicklung behaftet erkennen. Demgemäss sind diese den Liliazeen noch zunächststehenden Formen mit unterständiger Blüte eine geringe, mehr oder weniger auf das Wasser angewiesene Gruppe, welche in Blatt- und Blütenbildung dikotylisch anklingt und wie ein schwacher Versuch erscheint, die reiche dikotyle Entwicklung mit fünfzähliger Blüte auf dieser Grundlage zu anticipiren. So wird uns vor allem verständlich das Verständniss von Butomus zu Alisma, indem der Fruchtknoten bei beiden aus einer Mehrheit central gestellter Karpelle besteht, welche bei Alisma getrennt bleiben, bei Butomus aber lose

zu einem Ganzen verbunden sind, in dem aber nun durch eine besonders gebildete Plazenta die Samenknospen exzentrisch gestellt werden. Wie darin der Grundgedanke der dikotylen unterständigen Blütenentwicklung anticipirt ist, werden wir später genauer sehen; hier mache ich auf den Zug der idealen Auffassung aufmerksam, dass wir an scheinbar sehr entfernten Stellen im Systeme dieselbe Bildung, aber mit Modifikation, sich wiederholen sehen, wobei dann eben das als ein ganz besonders die Richtigkeit der idealen Auffassung beweisender Zug hervorzuheben ist, dass ein Charaktermerkmal an der einen Stelle durch eine besondere Bildung, wie hier die exzentrische Anhaftung der Samenknospen, gewissermassen erzwungen wird, welches an der andern in seiner vollen Bedeutung in die Gestaltung eintritt. Das Verhältniss der Alismazeen zu den Butomeen ist noch darin ausgedrückt, dass bei diesen die Staubbeutel intrors, bei jenen extrors sind, auch darin, dass bei Butomus die Sechszahl im Staminodium überschritten wird, während bei Alisma (Plantago) in der Anordnung des Blütenstandes die Dreizahl und Sechszahl in auffallender Weise hervortritt. Die übrigen Verhältnisse und Formen führe ich nicht näher aus. — Wenn nun diese den Liliazeen noch zunächststehenden Formen nur das Unhaltbare des Versuches auf monokotyler Grundlage die unterständige Blütengestaltung auszuführen, ausdrücken, so zeigen die Typhazeen, deren Charakteristisches die monoecische Zusammenstellung vieler unvollständiger Einzelblüten zu kolben- oder kopfartigen Blütenständen mit noch schwach hervortretender Spatha und mehr cyperazeen- als gramineenartigem Wachstum ist, den positiven Uebergang zu der anomalen Entwicklung der Spadizifloren an. Die Kolben von Typha, wo die Blüten unmittelbar der Spindel aufsitzen (die Staubgefässe meist zu dreien auf einer kurzen Seitenaxe verbunden), stellen den Begriff einer Aehre im Grossen in der energischsten Weise dar; die sie umgebenden Haare erinnern an die Cyperazeen. Bedeutsam ist, dass die Blüten unvollständig, aber monoecisch sind, und wenn wir beachten, dass schon bei Typha die weiblichen Blüten unterhalb der männlichen stehen mit der weiteren Bestimmung, dass jene von unten nach oben, diese von oben nach unten zu aufblühe (obwohl hier noch wohl einige Vermischung eintritt), bei der andern Gattung Sparganeum aber mehrere getrennte männliche Köpfchen mit einem Endköpfchen über den weiblichen stehen, so dürfen wir eben in dieser vom Gesichtspunkte der Einzelblüte aus anomalen Anordnung das Moment für die Unterscheidung dieser beiden Formen sehen. Nebenbei mag noch besonders bemerkt sein, dass bei Sparganeum nicht selten schon eine Verschmelzung der Einzelblüten in dem Köpfchen vorkommt.

Dass wir nun eben in dieser anomalen Stellung der männlichen und weiblichen Blüten in dem als Einzelblüte gefassten Blütenstande das Charakteristische in der ganzen Gestaltung der Spadizifloreen erfasst haben, das beweist die mächtige Familie der Aroideen, der Hauptform der Spadizifloreen, zunächst in dem Kreise der Arazeen und in der Gattung Arum, die als die typische Charakterform dieser merkwürdigen Entwicklung dadurch gekennzeichnet ist, dass in dem durch die mächtige Spatha wie zu einer Blüte zusammengefassten Blütenstande, der den Begriffe des Kolbens, dass nämlich die Einzelblüten unmittelbar der Spindel aufsitzen, am vollständigsten darstellt, die je zu einem Ringe vereinigten Stempelblüten unterhalb der Staubblüten und zwar durch einen leeren Zwischen-

raum von ihnen getrennt stehen. Bei dieser Gattung Arum kommen dann alle charakteristischen Einzelheiten so zur Bezeichnung der Stellung zusammen, dass wir an ihr mit wenigen unverkennbaren Zügen die ganze Anforderung der idealen Auffassung an die Erklärung der Formen erfüllen können. Die im Sinne des als Blüte gefassten Blütenstandes einaxige und einblütige Pflanze auf dem zwiebelartigen Knollen stellt sich in Beziehung zu Tulipa; der monströs emporwachsende Blütenboden (wieder eine sinnlose Bildung) persiflirt die nur ideal erzwungene Unterständigkeit der Blüte von Tulipa und der Ring von scheinbar verkümmerten Stempeln oberhalb des Staubblütenringes, der also die normale Stellung andeutend wiederherstellt gegenüber der eklatanten Umkehrung der rechten Ordnung in der Stellung des Androeceums oberhalb des wirklichen Gynäceums, steht im Gegensatz zu der besonderen Ausbildung der Spatha, welche in der Abschnürung des untern kugelförmigen Teiles gegen den obern die Form einer oberständigen Blüte darstellt. Um den wissenschaftlichen Wert eines solchen Verständnisses der Formen vom idealen Gesichtspunkte aus zu würdigen, muss man sich der jetzt als wissenschaftlich geltenden Erklärung gegenüber nur fragen, was denn die Insekten zur Genesis einer so sonderbaren Gestaltung beigetragen haben können. Darüber, wie von der typischen Charakterform aus die ganze so weit ausgreifende Gestaltung der Aroideen zu verstehen sei, will ich mich hier mit der Bemerkung begnügen, dass wir auch hier nach der einen Seite (in den Orontiazeen, wo die Einzelblüten noch deutliche Abgrenzung haben) die Verknüpfung mit den Typhazeen und die werdende Entwicklung und nach der andern Seite in den Anaporineen die überschlagende und damit zugleich die rückschreitende Entwicklung dieser Richtung sehen und zwar in der auffallendsten Weise, indem einerseits die Einzelblüten mit der Axe förmlich verschmolzen und in sie versenkt werden, anderseits die Spatha mit dem Spadix verwächst und dadurch förmlich besondere Abteilungen und Kammern für die männlichen und weiblichen Blüten gebildet werden. Die Versenkung der Staubgefässe in das Fleisch der Spadix motivirt die Oeffnung der Beutel mit einem Loche nach oben hin und dient zur Erklärung dieses an andern Stellen uns wieder begegnenden Vorkommens. Die schrittweise voranschreitende Verschmelzung der Spatha mit dem Spadix aber leitet die rückschreitende Entwicklung bis zur vollen Verkümmerung ein. Bei Spathicarpa ist der untere Teil des Spadix der Länge nach mit der Spatha verwachsen, auf der freien Seite sitzen die Blüten in drei Reihen, in der Mitte die männlichen zu beiden Seiten die weiblichen, so dass hier zum zweiten Male in anderer Weise dieselbe Anomalie ausgedrückt ist, wie bei Arum. Bei Atherurus Stydochaite, Cryptocoryne schreitet die Verwachsung fort, indem die sich verengende Spatha mit dem auswachsenden Spadix oberhalb und unterhalb der Staubblüten verwächst. Bei Ambrosinia werden dann vollständig durch den verbreiterten und mit der Spatha verwachsenden Spadix zwei Kammern für die Genitalien gebildet, die untere für die Stempel, die obere für die Staubblüten, die aber auf der abgewandten Seite sitzen. Bei Pistia fällt die Scheidewand weg, die mit dem Spadix verschmolzene Spatha stellt die ganze auf dem Wasser schwimmende Pflanze dar, welche unten die Stempel und oben die Staubblüte trägt, und das führt dann zu der Form von Lemna, wo die ganze Pflanze aus einem Thallus mit einem Stempel und einem Staubgefäss besteht. Wenn Eichler die Lemnazeen

abgetrennt von den Aroideen an die Spitze der Monokotylen stellt, so ist das gegen seine eigene Erklärung, wonach wir das Wachstum bei den Lemnazeen als eine Sprossung aus der thallusartigen Axe, die Blüte aber als einen schraubelartigen Blütenstand betrachten müssen, wodurch das Verhältniss zu Pistia Ambrosinia und den Aroideen vollständig gesichert ist. Neben den Aroideen berühre ich nur eben noch die Pandaneen, als die Form welche die Beziehung der Aroideen zu den Palmen und die Cyklantheen als die Form, welche, ähnlich wie Elephantopus unter den Dioskoreen, das Enorme und Groteske dieser Entwicklung, insoweit sie auf die baumförmige Gestaltung geht, ausdrückt, dieses letztere dann im geraden Gegensatz zu den Lemnazeen, in denen die Richtung in Form der thallusartigen Wasserpflanze ausgeht. Dadurch verstehen wir denn endlich die dritte Hauptform dieser ganzen Entwicklung, die Najadeen; als die rückschreitende Form derselben, wobei ich nur noch daran erinnere, dass schon in den den Liliazeen noch zunächststehenden Formen diese ganze Entwicklung mehr oder weniger als auf das Wasser angewiesen erscheint, was bei den Amaryllideen als etwas ganz Abnormes erscheinen würde. Die Hauptform dieser absolut auf das Wasser angewiesenen Entwicklung bildet die grosse Gattung Potamogeton, welche durch gegliederte Axe mit (zum Teil gegenständigen) Blättern mit anomalen Scheiden und Zwischenblättern, sowie durch den ährenförmigen Blütenstand dem Gramineentypus sich anschliesst. Die Einzelblüten sind vollständig unterständig streng nach der Zwei- oder Vierzahl gebaut und wenn man die die Antheren überragende Blattbildung (die jedenfalls die Bildung der Staubgefässe bei Potamogeton im äussersten Gegensatze zu der bei den Gramineen zeigt) als Konnektiv betrachtet, ganz nackt. Richtiger ist es aber wohl, diese paarweis sich entwickelnden Blätter, an denen noch nachträglich in derselben Ordnung (erst die beiden transversal, dann die beiden mediangestellten) die Antheren entstehen, als Perigonblätter zu betrachten, mit denen dann die Staubbeutel verschmolzen sind. Müssen wir so Potamogeton als eine rückschreitend wiederholende Annäherung der ganzen Entwicklung an den Gramineentypus verstehen, wo die dort in der Blüte nur mitspielende Zweizahl das bestimmende Moment geworden ist, so geben die anderen Formen nach der einen und anderen Seite das weitere Verständniss. Cymodocea bildet unvollständige Blüten, wo in der männlichen ein achtfächeriger, d. h. ein aus zwei vierfächerigen verwachsener Staubbeutel, in der weiblichen zweiteilige Fruchtknoten beide ganz isolirt stehen. Zostera, das im Wachstum eine unächt gegliederte Axe (Sympodium) hat, zeigt in dieser Weise einen ein Mittelglied bildenden Spadix, bei dem die männlichen und weiblichen Organe abwechselnd in zwei Reihen stehen, so dass je einem Stempel ein halbes Staubgefäss gegenübersteht; bei Zanichella ist das Staubgefäss der männlichen Blüte central gestellt und aller Wahrscheinlichkeit nach die umgewandelte Axenspitze, wie auch bei Caulinia. Ruppia schliesst sich eng an Polamogeton und bei Althenia deutet die Dreizähligkeit im Perigon der männlichen Blüte und in den Fruchtknoten der weiblichen wohl auf den Zusammenhang mit der Grundzahl der monokotylen Blüte. Im Uebrigen sehen wir die volle Zersetzung der Blüte nach der idealen Bedeutung ihrer wesentlichen Bestandteile zugleich mit der rückschreitenden Entwicklung des Individuums bis zur Verleugnung der Urform. Auf die mancherlei Andeutungen auf kryptogame Bildungen mache ich nur nebenbei aufmerksam.

## Schema der ausgehenden monokotylen Entwicklung.

| | | |
|---|---|---|
| Anom. oberständ. Entw. | Roxburgiazeen. Bromeliazeen. | Taccazeen. |
| Anom. unterständ. Entw. | Comemlyneen. | Eriokauloneen. Centrolepideen. |
| | Palmen. | |
| Liliazeen. | | Gramineen. |

Die wie wir gesehen haben im Ganzen parallel gehende Gestaltung der beiden Gruppen der anomalen Entwicklung, die in dem Grundgedanken der Monokotylen motivirt sind, ist eine nicht geringe Bestätigung für die Richtigkeit der Auffassung. Noch mehr aber, dass diese Parallele keine schematisch durchgreifende ist in der Weise, dass sich eine den Dioskoreen bei der oberständigen Gruppe entsprechende Form bei der unterständigen nicht findet, dagegen diese in der Wasserform um einen Schritt tiefer nicht blos in der Verleugnung der Blüte, sondern selbst der Grundform zurückgreift. Eine auf die kryptogame Entwicklung im Ganzen zurückweisende Form, wie wir sie dikotyl in dem von den Gymnospermen vertretenen Kreise finden werden, ist bei den Monokotylen nicht motivirt, da diese ja nur vorwärts auf die Dikotylen weisen. Dagegen werden wir dem allgemeinen Entwicklungsgesetze gemäss, dass alle in der idealen Auffassung begründeten Momente, auch die blos negativen, ihren realen Ausdruck finden, innerhalb der Monokotylen noch eine den Grundgedanken der ganzen monokotylen Entwicklung verleugnende Richtung erwarten, und dieser Erwartung entspricht eine Reihe ebenso auffallender als bisher isolirt stehender Formen, die dadurch in einem inneren Zusammenhange erfasst werden. Als die Endpunkte dieser Entwicklung bezeichne ich von der einen Seite Roxburgia und von der andern Centrolepis, Formen, die allein schon dadurch bemerkenswert sind, dass sie das Studium in Absicht auf die Grundverhältnisse in besonderer Weise in Anspruch nehmen. Roxburgia ist eine in der ostindischen Inselwelt, die so manches Interessante birgt, wachsende Pflanze, die aus einem zwiebelartigen Knollen einen schlingenden (nicht windenden) Stengel bis zur Länge von angeblich mehreren hundert Fuss mit gegen- oder wirtelständigen nachahmend dikotyl gebauten Blättern und gegenständigen Blütenständen, die oft bis zur Hälfte mit ihren Deckblatte verwachsen sind, treibt. Die stark entwickelte unterständige freiblätterige Blüte ist ausgezeichnet durch die in den peripherischen Teilen absolut durchgeführte Vierzahl, indem in allen Kreisen die Elemente in der Opposition hintereinander stehen, wobei das Resultat für die ideale Auffassung dasselbe ist, ob man mit Eichler einfach an zweizählige dekussirte Wirtel denkt, wonach dann das Anhängsel der Staubgefässe als blattartig vergrössertes Konnektiv zu fassen ist, oder mit Endlicher an drei je vierzählige Kreise, wonach dann die Anhängsel als Perigon- (Kronen-) Blätter, denen die Staubblätter angewachsen sind, wie bei den Primulazeen und wohl auch bei Potamogeton, zu betrachten sind. Dass die theoretische Erklärung in keinem Falle ganz ausreicht, beweist der aus einem, dem ersten Perigonblatte opponirten Fruchtblatte bestehende Fruchtknoten, welcher gleichwohl wie die Hülse

der Leguminosen mit zwei Rissen, durch die Naht und durch die Mitte des Karpids, sich öffnet. Das Interessanteste ist aber endlich, dass die Samenknospen weder entschieden central, noch entschieden exzentrisch geordnet sind, sondern auf dem Fruchtboden um die leerbleibende Mitte stehen. Nur dieses und die streng durchgeführte Vierzahl verbietet, Roxburgia, wie man jetzt versucht, geradezu zu den Liliazeen zu rechnen. Erinnern wir uns nun an Paris und beachten wir, dass Roxburgia in grotesker Weise das Moment der verlängerten Axe, welches andeutend schon bei Liliazeen, in seiner ganzen Ausdehnung bei den Dioskoreen in der anomalen oberständigen Blüte hervortritt, so wird uns gerade diese zweideutige Stellung der Samenknospen das Recht zu der Auffassung geben, dass wir hier an dem Ausgangspunkte der ganzen in dem Gegensatze der oberständigen und der unterständigen Blüte vor sich gehenden Entwicklung stehen. Roxburgia ist eine unter das Gesetz der Zwei- resp. der Vierzahl zurückgefallene Liliazee, welche als gesteigerte Wiederholung der Form von Paris aus der oberständigen anomalen Entwicklung das Moment der Dioskoreen aufnimmt und in dem leerbleibenden Centrum des Blütenbodens, d. h. in der erlöschenden Axenspitze den direkten Gegensatz zu dem wenigstens ideal das Endglied der Axe repräsentierenden Fruchtknoten von Tulipa bildet. — Ich gehe nun nicht gleich von Roxburgia zu dem andern Endpunkte in Centrolepis über, sondern komme zu diesem durch einige den Uebergang vermittelnde Gegensätze, indem ich zunächst die Bromeliazeen und Commelyneen ins Auge fasse. Beide zeigen in der Blüte den Lilientypus mit dikotyler Unterscheidung des äusseren und inneren Perigons. Aber bei den Bromeliazeen stehen Arten mit entschieden oberständiger, entschieden unterständiger und mit umständiger Blüte nebeneinander. Das würde dem Grundgedanken direkt zuwiderlaufen (wie Fissidens bei den Laubmoosen), wenn es sich nicht bei genauerer Betrachtung durch die Thatsache, dass in Wirklichkeit nur die Gattungen Pitcarnia und Bocchinia mit umständiger Blüte als eine schwache indifferente Mitte neben dem mächtig entwickelten Gegensatz von unterständig blühenden und dann eine Kapselfrucht erzeugenden und oberständig blühenden und dann eine Beerenfrucht erzeugenden Bromeliazeen stehn (so wie bei den Hydrocharideen Ottelia neben Stratiotes und den andern vollkommen blühenden Hydrocharideen steht, siehe p. 167), das ganze Vorkommen in einen direkten Beweis für die Auffassung umwandelte. — Die Commelyneen nehmen im Wachstum das Grundmoment des Gramineentypus, die gegliederte Axe mit spiraler Blattstellung auf und würden also, indem sie dies mit einer vollständigen unterständigen Blüte nach monokotyler Zahl (und dikotyler Unterscheidung von Kelch und Krone) verbinden, von dieser Seite den Grundgedanken aufheben, wenn sie nicht in einer ihnen charakteristischen Unbestimmtheit und gewissermassen absichtlichen Gesetzlosigkeit aller inneren Blütenverhältnisse vielmehr direkt die Unmöglichkeit dieses Versuches bezeugten. Die Blüten sind bei einigen regelmässig, bei andern unregelmässig, und zeigen dann, und zwar sie allein unter den Monokotylen, die schräge Zygomorphie, welche durch die verschobene Stellung der Teile, wo die Symmetrieebne die Mediane schneidet statt mit ihr zusammenzufallen; die Staubgefässe sind bald alle entwickelt, bald in verschiedener Weise verkümmert und umgewandelt; in der Plazentation sind alle Richtungen vertreten; die Fruchtform teils eine Kapsel, teils eine Beere; die Samen mit einer

charakteristischen Unvollkommenheit behaftet, die an die Marantazeen erinnert; die Blütenstände sind meistens Wikkel oder Doppelwikkel in Zickzackreihe, wobei die einzelnen Blüten sich einerseits nach innen, anderseits nach aussen schlagen. — Durch kletterndes und zum Teil halbparasitisches Wachstum ist das Verhältniss zu den Palmen angezeigt, denen ja die Commelyneen nach ihrem Grundcharakter am direktesten entgegenstehen. — In anderer Weise, mehr der dikotylen Entwicklung sich zuwendend und zwar dem, wie wir sehen werden, principiell bedeutungsvollen Gegensatze der Umbelliferen und Compositen, ist die ausgehende monokotyle Entwicklung in einem zweiten nebeneinandergestellten Familienpaar ausgesprochen, die erst in dieser Zusammenstellung und Beziehung verständlich werden, den Taccazeen und Eriokauloneen. Die Taccazeen (Tacca und Atacia) schliessen sich mit oberständiger monokotyler Blüte den Dioskoreen an, zu denen sie auch gewöhnlich gestellt werden. Sie haben aber nicht unvollständige, sondern vollständige Blüte; sie bringen auf dem stark entwickelten knollenartigen Rhizom nicht eine windenden Axe, sondern einen blattlosen Schaft, der eine von einem Wirtel von vier grossen Deckblättern, die durchaus an Paris erinnern, umschlossene Dolde von Einzelblüten mit wandständiger Plazentation, wie bei den Orchideen, trägt, so dass wir hier in der Doldenform mit oberständiger aber regelmässiger dreizähliger Blüte die weitesten Abstände der monokotylen Entwicklung vereinigt sehen. Um diese zunächst nur durch den Blütenstand und die oberständige freiblätterige oder wenigstens freizipfelige Blüte gestützte Beziehung dieser monokotylen Form auf die dikotylen Umbelliferen plausibel zu machen, will ich zuvor die Eriokauloneen einfügen, welche die dikotyle Form der Compositen zwar mit unterständiger Blüte, aber in so, man muss sagen, absichtlicher Weise vorbildet, dass diese Aehnlichkeit den Botanikern von jeher sich aufgedrängt hat, indem die vollständigen oder unvollständigen Einzelblüten in einem zum Körbchen umgestalteten Köpfchen mit einem Kranz von Brakteen, deren äussere kronenartig gefärbt sind, zusammenstehen. Wenn ich nun hiernach die Taccazeen und Eriokauloneen wie eine monokotyle Vorbildung den dikotylen Umbelliferen und Compositen gegenüberstelle, so liegt dem Grundgedanken gemäss der Hauptaccent darauf, dass in den Umbelliferen die freiblätterige Oberständigkeit dikotyl also fünfzählig festgehalten, die Compositenform aber, d. h. die Ideen der Fassung des Blütenstandes als Blüte, die bei den Eriokauloneen monokotyl unterständig versucht ist, auf die oberständige (und zugleich verwachsene) Krone übertragen wird; denn darin ist eben der Fortschritt bezeichnet, der in den Dikotylen den Monokotylen gegenüber gemacht wird, wie wir genauer sehen werden. An dieser Stelle haben wir nun erst die ganz besonderen Eigentümlichkeiten dieser beiden Familien zu bemerken, die aus der für dieselben in Anspruch genommenen Stellung sich erklären, an deren Erklärung die gewöhnliche Auffassung von ferne nicht denkt. Es gehört dahin bei den Taccazeen das ausgezeichnete Vorkommen von zusammengesetzt-geteilten grundständigen Blättern, welche der typischen Form der Umbelliferenblätter ganz ähnlich, unter Monokotylen aber ganz unerhört sind, ferner die Bildung von verlängerten unfruchtbaren Blütenstängeln, welche uns an die Zwiebelbildung in der Blütendolde von Allium erinnern, ebensogut aber auch auf eine defektive Doldenbildung gedeutet werden können; ferner die besondere Ausbildung der schirmförmig ver-

breiterten Narbe, welche in der epgynischen Scheibe bei den Umbelliferen ihr umgekehrtes Gegenbild hat, und die kaputzenförmig durch das verbreiterte und hohl gewordene Konnektiv gebildeten Staubbeutel, die vorläufig nur als ein Beispiel dieser sonderbaren Bildung bemerkt wird. Hat diese zunächst mit den Umbelliferen nichts zu thun, so dürfen wir doch in den Riefen des Samens, der auch in der Keimlage und Keimung besondere noch nicht hinlänglich aufgeklärte Eigentümlichkeiten zeigt, wohl wieder eine direkte Hinweisung auf die Umbelliferen erblicken. Das ganz Besondere bei den Eriokauloneen ist die Ersetzung der normalen nur durch eine epikarpide Scheinnarbe angedeuteten Narbe durch Commisuralnarben, wobei die Thatsache, dass in den Fällen, wo Commissuralnarben nicht vorhanden sind, die Scheinnarben funktionieren, beweist, dass die Sache, so wie sie dargestellt ist, aufgefasst werden muss. Nun haben die Commissuralnarben mit den Compositen unmittelbar ebensowenig zu thun, wie die kaputzenförmigen Staubblätter der Taccazeen mit den Umbelliferen; wenn wir aber später die Commissuralnarben als ein Merkmal überschlagender und daher rückschreitender Entwicklung erkennen werden, so werden wir uns dieser Andeutung bei den monokotylen Eriokauloneen erinnern dürfen (ähnlich wie wir in der Vorstufe der kleistokarpischen Moose in der dieselbe abschliessenden Form Voitia schon die in eine weisse Zelle auslaufende Blattspitze das Merkzeichen der rückschreitenden Entwicklung fanden), wie ich überhaupt bemerke, dass es sich hier um lauter feine Besonderheiten der Blütengestaltung handelt, die wir bei den dikotylen verstehen werden, wenn wir sie bei den Monokotylen nicht übersehen haben. Dass die Taccazeen nur eine geringe, die Eriokauloneen eine grosse Familie bilden, braucht uns an ihrer Beziehung zu den Umbelliferen und Compositen am wenigsten irre zu machen, da es ganz dem Verhältnisse entspricht. Ich will aber hier nur diese Bemerkung benutzen, um den Abschluss der ausgehenden monokotylen Entwicklung zu gewinnen. Die Eriokauloneen haben cyperazeenartiges Wachstum und stehen im Zusammenhang mit einer grösseren Entwicklung, welche den degenerierenden Gramineencharakter mit degenerierender Lilienblüte verbindet (im allgemeinen als Enantioblasten bezeichnet), wozu auch die früher neben den Junkazeen erwähnten Restiazeen, und als Schlussform die merkwürdigen Centrolepideen gehören. Die Taccazeen dürfen wir als die ausgehende Schlussform der anomalen oberständigen Blüte betrachten, wie die Roxburgiazeen als die der normalen unterständigen. Beiden steht die anomal unterständige als noch tiefer bis in die thallus-, ja algenartige Bildung zurückgreifend, gegenüber. Wie schon die anomale oberständige Entwicklung in den Hydrocharideen eine Wasserform darstellen, welcher in der anomalen unterständigen Entwicklung die Najadeen entsprechen, so geht diese Richtung in den Lemnazeen darüber hinaus noch einen Schritt weiter bis zum untersten Punkte der verkümmernd rückschreitenden Entwicklung. Die mittlere unmittelbar an die normale unterständige Entwicklung (die Liliazeen) anschliessende Richtung, welche wir in den Eriokauloneen (Enantioklasten) verfolgt haben und welche in den Centrolepideen endet, weist nicht eine Wasserform auf (die Centrolepideen sind rasenbildende Landpflanzen mit linearen gramineenartigen Blättern), aber in der Blütenbildung ganz direkt die ununterscheidbare Vermengung der Begriffe der Blüte und des Blütenstandes, deren noch nicht erreichte klare Unterscheidung ich als das Grundmotiv der Gestaltung bei den

Monokotylen gegenüber den Dikotylen bezeichnet habe. Das Thatsächliche ist, dass bei Centrolepis die Blüte gebildet wird durch ein einziges Staubgefäss, welches nach Hieronymus eine umgewandelte (Neben-) Axe ist, wie bei Zanichella, und auf welches dann mehrere in ungleicher Höhe in Zickzackform stehende Karpelle folgen, eine einzig dastehende Bildung, durch die entweder, wenn man das Ganze, wie Hieronymus (der diese Pflanzen am genauesten untersucht hat) will, als eine Blüte betrachtet, die wesentliche Grundform der Blüte in der centralen Zusammenstellung der Karpelle, sondern selbst den Begriff der Blüte, insoweit die einzelnen Karpellen Nebenaxen repräsentieren, zu einer Blüte aber eine Axe gehört, aufgehoben, oder, wenn man mit Eichler das Ganze als einen Blütenstand betrachtet, jedenfalls der Begriff des Blütenstandes in den der Blüte gewissermassen hineingeschoben wird, wo man dann wohl beachten muss, dass die Staubblüte konstant die unterste ist, also die normale Stellung angezeigt ist, was, wie wir später sehen werden, damit stimmt, dass bei den Centrolepideen in auffallender Weise der Keim orthrotrop ist. Es stehen wieder mehrere solcher Blüten oder Blütenstände distichisch alternierend geordnet (wobei man lebhaft an die Commelyneen und Zosteria erinnert wird) in zwei grossen krebsscheerenartig geformten Deckblättern zusammen, was im allgemeinen den Bau der Gramineenblüte darstellt, speziell an den Blütenstand von Stratiotes erinnert und noch viel weitergehende Beziehungen haben kann, wie wir sehen werden. Vorläufig können wir uns hier damit begnügen, die Durchführbarkeit des Principes bei den Monokotylen hinlänglich nachgewiesen zu haben. —

## 3. Die Dikotylen.

Dem Grundgedanken nach vollzieht sich in der Stufe der Dikotylen die Auseinandersetzung der Begriffe des Individuums, des Blütenstandes und der Blüte, resp. die klare Darlegung der Idee des Individuums und der Idee der Blüte durch Ueberwindung des Blütenstandes, welcher auf der Zusammensetzung des Individuums beruht, und der oberständigen Blüte, als der Form, welche die reine Darstellung der Idee der Blüte wegen der Verschmelzung der Blüte und des Individuums in ihr noch nicht zulässt. Vor allem fragen wir, ob auch auf dieser Stufe uns die Zahl ein so sicherer Führer ist, wie unzweifelhaft bei den Monokotylen, und ich behaupte dem Anscheine und der geltenden Annahme zuwider dass es der Fall ist; nur liegt die Sache in demselben Maasse versteckter, als die ganze Entwicklung auf dieser Stufe komplizierter ist. Zunächst ist offenbar, dass für die Hauptmasse der dikotylen Blüte in Betreff der Krone, deren klare Unterscheidung vom Kelche ja das Charakteristische der dikotylen Blüte ist, die Fünf als Grundzahl ebenso feststeht, wie die Drei für die Monokotylen. Die ursprünglich nach einer anderen Zahl 2, 3, 4, 8, 12 angelegten Blüten sind dagegen in verschwindender Minderzahl. Dann aber erkennen wir sofort den idealen Grund dieser dikotylen Fünf, weil der Wirtel der fünf Blumenblätter theoretisch als eine zusammengezogene $^2/_3$Stellung verstanden werden muss, also als eine Verbindung der monokotylen 3 mit der dikotylen 2; aber wohlgemerkt, als 2 + 3, nicht 3 + 3 oder 3 X 2, wie in der monokotylen Blüte. Ich bemerke schon hier, dass der Kelch auch bei fünfzähliger Krone meistens drei-

zählig bleibt und nur in wenigen Fällen zur Fünfzähligkeit gesteigert ist. Aehnlich einigermassen auch im Fruchtknoten; dass aber bei den Staubblättern viel häufiger eine Verdoppelung oder auch eine unbestimmte Vermehrung der Kreise eintritt, letzteres wohl meistens durch nachträgliche Verdoppelung oder Zerteilung des ursprünglich einfacher Angelegten. Ueberhaupt aber ist zu bemerken, dass es zu einer so in allen Kreisen der Blüten durchschlagenden Herrschaft der Fünf, wie wir sie in der typischen monokotylen Blüte in Betreff der Drei gesehen haben, bei der dikotylen kaum versuchsweise vorkommt (nur wenige Gattungen der Alsineen und mehrere der Sileneen, wo der Kelch verwachsen ist, weisen die durchgeführte Fünfzahl in allen Kreisen auf). Man sieht klar, dass auf ein solches Ziel die Gestaltung hier nicht angelegt ist. Diese letzte Bemerkung kann nun dazu dienen, den Schritt vorzubereiten, wodurch ich jetzt mit Anlehnung an eine anscheinend sehr geringe Thatsache die Durchführung meiner idealen Auffassung gegenüber der herrschenden Zerfahrenheit oder geltenden Unrichtigkeit auch auf der Stufe der Dikotylen einleiten werde. — Der Fruchtknoten der Cupuliferen und speziell der Eiche, der typischen Hauptform der Cupuliferen, ist nach dem Schema der Liliazeen dreifächerig angelegt mit zwei Samenknospen in jedem Fache, von dem der Liliazeen sich nur dadurch unterscheidend, dass die unbestimmte Anzahl der Samenknospen in jeder Reihe bei den Liliazeen bei Quercus auf eine Samenknospe in jeder Reihe reduziert ist. Um zu zeigen, wie genau hier das Zahlengesetz führt, bemerke ich hier sofort, dass einerseits bei den Palmen, wie wir gesehen haben, in jedem Fache des dreifächerigen Fruchtknotens nur eine Samenknospe angelegt ist und anderseits bei der typischen dikotylen Blüte, wo der Fruchtknoten als einheitlich durch die zu einer Hülle um die auf der Spitze der Axe stehenden Samenknospen verwachsene Karpelle bezeichnet ist, die Anzahl der Samenknospen wieder wie bei den Liliazeen ins Unbestimmte geht. Während das Zahlengesetz bei den Cupuliferen in dem innersten Teile sich durchsetzt, ist es in der typischen Blüte auf die peripherischen Kreise beschränkt, und zwar so, dass, insoweit es noch massgebend ist und nicht ins Unbestimmte geht, nur die ersten Grundzahlen und ihre nächsten Kombinationen oder Vervielfältigungen eintreten. So werden uns schon die in der Anlage vorhandenen 6 Samenknospen bei der Eiche, von denen aber immer, wie bei Palmen, nur eine zur Entwicklung kommt, bedeutsamer erscheinen. — Aber die Zahl soll uns ja nur auf die Spur des Gestaltungsgesetzes führen. Fassen wir also die weiteren charakteristischen Verhältnisse ins Auge. Charaktermerkmale für die Cupuliferen sind weiterhin erstens die unvollständige monöcische Blüte mit einem oberständigen Perigon im Stempel und einem typischen Anzeichen der Unterständigkeit (dem vermeintlichen verkümmerten Fruchtknoten) in der Staubblüte; zweitens die Zusammenstellung der Staubblüten zu einem gegliedert eingefügten und abfallenden Blütenstande (Amentum, Kätzchen), drittens die Wachstumsform des Individuums als Baum und zwar in der vollendeten dikotylen Baumform. Berücksichtigen wir zugleich die Reduktion des dreifächerig und sechssamig angelegten Fruchtknotens durch die Entwicklung auf einen vollkommen dikotyl ausgebildeten Samen, so können wir keinen Anstand nehmen, dle Cupuliferen, speziell die Eiche als die vollendete Darstellung der Idee des Individuums nach der Urform unter Voraussetzung der thatsächlichen Zusammengesetztheit des wirk-

lichen Individuums anzuerkennen. Die Baumform beruht eben auf der im Wachstum bei vielfacher Knospenbildung sich durchsetzenden ursprünglichen Hauptaxe des Individuums. Suchen wir nun diesem gegenüber die typische dikotyle Blütenform, so finden wir dieselbe eben auch nur in einer einzigen Familie ganz exakt dargestellt, den Karyophylleen, wo der Fruchtknoten die im Centrum des Blütenbodens (d. h. doch wohl auf der Spitze der Axe) stehenden Samenknospen frei umschliesst und Staubgefässe Krone und Kelch typisch in fünfzähligen Wirteln mit freien gesetzlich aufeinanderfolgenden Elementen unterständig den Fruchtknoten umgeben, wozu nur zu merken ist, dass der Kelch nicht immer dem Typus vollständig entspricht und das Andröceum normal mit verdoppelten Wirtel auftritt, was aber den Grundtypus in keiner Weise stören kann. Und diese typisch dikotyle Blütenform ist nun mit solchen Verhältnissen im Blütenstande und dem Wachstum des Individuums charakteristisch verbunden, welche ebenso unzweideutig die Unterdrückung oder Zurücksetzung der Idee des Individuums aussprechen, wie bei den Cupuliferen mit der Darstellung des Individuums in der vollendeten Baumform die Unterdrückung oder Zurücksetzung der Idee der Blüte durch die Zerlegung in die unvollständige Blüte und zwar mit Beziehung auf die Unterscheidung der oberständigen und unterständigen Blüte ausgesprochen ist. Bei den Karyophyllen kommt erstens immer die Gipfelknospe der Hauptaxe zur Blüte, was sofort die Weiterentwicklung des Individuums abschneiden würde, wenn nicht Seitenknospen sich entwickelten, welche, weil sie nun nach demselben Gesetze verfahren, den cymösen (speziell dichasischen) Blütenstsnd erzeugen; und zweitens haben die Karyophylleen gegliederte Axen mit gegenständigen Blättern, so dass in jeder Weise im Gegensatz zu den Cupuliferen die gehemmte Entwicklung des Individuums bei ihnen ausgedrückt ist. Diese Verbindung der unvollständigen (monöcischen) Blüte mit der durchgesetzten Idee des Individuums in der vollendeten Baumform und der typisch vollendeten Blütenform mit der in der gegliederten gipfelblütigen Axe mit opponirten Blättern ausgesprochenen Unterdrückung oder Zurücksetzung der Idee des Individuums ist die Grundthatsache zum Verständnisse der dikotylen Gestaltung, und in der That können wir im innersten Kern der Dikotylen, in dem Verhältnisse der Cupuliferen zu den Karyophylleen den Gleichgewichtskampf zwischen Individuum und Blüte in derselben anschaulichen Weise uns vorstellen, wie bei den Monokotylen im Verhältnisse der Gramineen und Liliazeen, wenn wir bei einem dikotylen Samenpflänzchen das einemal die ursprüngliche Hauptaxe im Wachstum sich durchsetzen, das anderemal die Endknospe zur Blüte werden lassen und beiderseits die charakteristischen Merkmale der Entwicklung einschalten. Um dann zu sehen, wie die dikotyle Entwicklung einerseits nach Anleitung der wegweisenden Zahlen an die monokotyle Gestaltung als Lösung der dort gestellten Frage sich anschliesst und anderseits die ganze Gestaltung des Pflanzenreichs nach dem Grundgedanken abschliesst, müssen wir nur darauf achten, wie bei den Dikotylen die Entwicklung der oberständigen und der unterständigen Blüte, die in den Cupuliferen andeutend zusammenlaufen, nach einem ganz anderen Gesichtspunkte als bei den Monokotylen klar auseinander gehalten werden, wobei nur noch das zu bemerken ist, dass die Oberständigkeit der Natur der Sache nach am Stempel, also bei Zerlegung der Blüte an der Stempelblüte, ausgesprochen ist. Ueberblicken wir nämlich die ent-

schieden oberständig angelegten dikotylen Blüten, so stossen wir in den Umbelliferen als der *einzigen* entschieden oberständigen dikotylen Blüte mit getrennten Kronblättern und den Compositen als der schon wegen ihrer überwiegenden Mächtigkeit hervorragenden Familie mit entschieden oberständiger verwachsener Krone (beide fünfzählig), zwei hervorragende Familien, die unzweideutig in den bisher entwickelten Gedanken der Gestaltung eingreifen, indem die Umbelliferen ebenso klar den Begriff des Blütenstandes in typischer Weise vertreten, wie die Compositen die Fassung des Blütenstandes als Blüte mit deutlicher Beziehung beider auf den Gegensatz der Gramineen und Liliazeen ausdrücken. Die übrigen entschieden oberständigen dikotylen Familien brauchen vorläufig nicht in Betracht gezogen zu werden, weil es sich hier nur um den ersten Blick in die Verhältnisse handelt. Wie demnach dikotyl in der oberständigen Blüte der monokotyle Kampf zwischen Blüte und Blütenstand wiederholt und dadurch überwunden wird, bis bei der reinen Darstellung des Individuums in den Cupuliferen mit dem dreizähligen und sechssamigen Fruchtknoten mit oberständigem Perigon die letzte Erinnerung daran verlischt, so ist in den Karyophyllen der Typus der vollendeten unterständigen dikotylen Blüte erreicht, welche dann nach sehr sicheren Grundsätzen, wie wir sehen werden, in den vier Grundtypen der Karyophylleen, der Violazeen, der Ranunkulazeen und der Malvazeen sich entfaltet. Fragen wir ferner, inwieweit wir auch hier nach einer Ausgleichung der Gegensätze suchen dürfen, so erhalten wir die allerunzweideutigste Antwort in der weiteren Thatsache, dass da, wo sich vollständige und vollkommene dikotyle Blüte mit der Baumform verbindet, die *umständige* Blüte Platz greift (Typus der Myrtazeen). Daneben haben wir nach dem Grundgedanken nur noch zwei Entwicklungsgruppen zu erwarten, nämlich eine Rückbeziehung der Dikotylen auf die Monokotylen und auf die Kryptogamen. Die erste begründet die Gruppe, welche ich als die dikotyle Vorstufe, die zweite die, welche ich als die dikotyle rückschreitende Entwicklung bezeichne. Hienach gestaltet sich die dikotyle Entwicklung nach beistehendem andeutenden Schema.

Rosazeen. Papilionazeen.<br>
*Umständige Blüte.*<br>
Myrthen. Ranunkeln.<br>
**Cupuliferen.** Rhamneen. Malven. *Unterständige Blüte.* Violarien.<br>
**Karyophylleen.**<br>
Compositen. Umbelliferen.<br>
*Oberständige Blüte.* Campanulazeen. Primulazeen.<br>
*Vorstufe.*<br>
Polygneen.<br>
Coniferen.<br>
*Rückschreitende Entwicklung.* **Monokotylen.**<br>
**Kryptogamen.**

Ich werde nun dieses Schema in der Weise ausführen, dass ich zuerst an den beiden leitenden Gruppen die sich bis ins Einzelste bewährende

Richtigkeit der idealen Auffassung nachweise und dann das überreiche Material dem Zwecke der jetzigen Aufgabe durch übersichtliche Behandlung dienstbar mache, indem ich die Grundsätze der idealen Auffassung nach den verschiedenen Seiten hin an der einen oder anderen Gruppe nachweise und zugleich eine kritische Verteidigung, resp. Ergänzung meiner schon geleisteten Ausführung gebe.

Die Cupuliferen, bei denen die Baumform Familiencharakter ist, wie bei Tulipa die Einblütigkeit Gattungscharakter, stellen in der gleichmässig nach unten und nach oben, nach innen und aussen im Wachstum sich durchsetzenden ursprünglichen Axe das Pflanzenindividuum im Sinne der Urform, soweit dieses unter Voraussetzung der Zusammengesetztheit des Individuums überhaupt möglich ist, vollkommen dar und das ist, wenn ich so sagen darf, die sittliche Bedeutung dieser Form, wie wir sie vor allem in der Eiche empfinden. Dass gerade bei der Eiche und auch bei der Kastanie (weniger bei der Buche) einige Neigung auf strauchartiges Wachstum vorhanden ist, kann diesen Charakter nicht stören; es reicht dieses Vorkommen etwa so weit, dass es die Bedeutung des durchgesetzten baumförmigen Wachstums gegenüber dem strauchförmigen, wo eben die ursprüngliche eine Hauptaxe im Wachstum sich nicht rein durchsetzt, feststellt. Es liegt aber in diesem Grundcharakter der Cupuliferen ein ideales Moment in Absicht auf die ganze Gestaltung der Organisation, welches ich schon hier vorübergehend bemerken muss, ehe ich die spezifisch botanische Ausführung gebe. — Wir haben oben in der Krystallform des Hexaeders die typische Form des in der Gestaltung dem Tode (d. h. dem Stillstande) anheimfallenden stofflichen Individuums gesehen, als die reine stoffliche Raumausfüllung nach den drei Dimensionen, resp. als die räumliche Projection der Grundzahlen. Die durchgeführte dikotyle Baumform, wie sie als Grundcharakter der Cupuliferen realisirt ist, zeigt uns die Organisation, das individualisirende Gestaltungsprincip im Stoffe an dem Punkte, wo das stoffliche Individuum als lebendiges Ganzes (auf Grundlage der Verbindung erstens von Zellen als Individuen erster Ordnung und zweitens von Knospen, als Individuen zweiter Ordnung) die räumlichen Dimensionen in sich überwindet, indem es in dem freien Stamme die in der Erde haftende Wurzel mit der (um mich der Volkssprache anzuschliessen) in die Luft hinausgehobenen Laubkrone verbindet, gleichmässig sowohl nach unten wie nach oben in senkrechter und, indem vom Cambrium aus konzentrische Schichten centripetal auf den Holzkörper und centrifugal auf den Rindenkörper sich ablagern, von aussen nach innen und von innen nach aussen in horinzontaler Richtung wachsend, wobei ich mit Nachdruck hervorhebe, dass diese reine Darstellung des Pflanzenindividuums in der Baumform gerade ebensowenig eine andere als die in der Idee der Pflanze begründete Bedeutung hat, als wie die typische Krystallform die stoffliche Erfüllung der Raumdimensionen darstellt. Dass in der Wurzel das konzentrische Wachstum überwiegt, während im Stamme mehr die Rindenbildung der Holzbildung das Gleichgewicht hält, in Uebereinstimmung mit der inneren Entstehung der Wurzelfasern und der äusseren der Blätter, entspricht genau der idealen Bedeutung der beiden Richtungen der Axe, wonach nur die obere Axe positiv die Idee der Pflanze vertritt, wie denn bei den Moosen nur die emporwachsende Axe das Individuum darstellt, und auch bei den Gefässkryptogamen und den Monokotylen nur die emporwachsende Axe, nicht aber die in der

Anlage vorhandene Hauptwurzel zur Entwicklung kommt. — Diese ideale Bedeutung der dikotylen Baumform als der dargestellten Ueberwindung der räumlichen Dimensionen durch das lebendige Individuum führt uns nun direkt hinüber zu der speziell botanischen Bedeutung des Cupuliferenstammes, als des typischen Trägers der dikotylen Baumform. Die Bildung des Stammes im Rinden- und vor allem im Holzkörper ist bei ihnen die vollendet normale, nicht blos im Gegensatze zu dem Baumstamme der Farne, die übrigens andeutend den Dikotylen näher stehen als die Monokotylen, und zu dem monokotylen Baumstamme der Palmen, sondern auch im Gegensatze zu den Baumstämmen der andern dikotylen Gruppen sowohl der Coniferen, welche als die Hauptform der rückschreitenden Entwicklung den vollendeten Stamm der Cupuliferen in rückschreitender Entwicklung ohne Spiralgefässe, als auch der mit der Blütenentwicklung sich ausgleichenden Gruppe, welche mancherlei Abnormitäten und endlich der Baumform der Vorstufe, welche namentlich eine grosse Uebereinstimmung mit der anomalen monokotylen Entwicklung zeigen, so dass schon in dieser Beziehung die Cupuliferen fest als höchster Centralpunkt der ganzen Pflanzengestaltung erscheinen. Ich bemerke noch, dass diese wunderbare Mannigfaltigkeit der individuellen Bildung der Baumstämme, speziell des Holzkörpers, welche die Mannigfaltigkeit der Blütengestaltung fast noch überbietet, deshalb von besonderem Interesse ist, weil hier doch wenigstens von einer Mitwirkung der Insekten oder sonstigem Spielwerk keine Rede sein kann. Als einen allgemeinen, sehr sicher leitenden Gesichtspunkt führe ich in dieser Beziehung den Grad an, in welchem die Markbildung, welche nur ein gemässigter Ausdruck für die Hohlheit des Stengels ist, von dem Holzkörper zurückgedrängt und überwunden ist oder nicht. Die Pfahlwurzel bildet kein Mark, wie auch nicht die Coniferen, weil hier die centrale Bildung überschlagend ist. Die Juglandeen unterscheiden sich, fast so wie die typisch strauchartig wachsenden Pflanzen, z. B. die Ribesien, durch wenigstens in den jungen Trieben sehr starke Markbildung von den Cupuliferen, worin im Gegensatze zu der überschlagend centralen Bildung der Coniferen eine Annäherung an die hohlen Internodien der Gramineen und der Umbelliferen ausgesprochen ist u. s. w. Dieser Gesichtspunkt lässt, wie jeder andere, nach der idealen Auffassung die speziellste Durchführung zu; ich kann natürlich nur Andeutungen geben. —

Gehen wir jetzt zu dem Blatte über. Charakteristisch ist, dass die Cupuliferen, wie auch die Moose, die Gramineen, die Umbelliferen nur spirale Blattstellung, nie gegenständige oder wirtelige Blätter haben. Insoweit die Knospe, also die Zweigbildung bei ihnen, wie überhaupt im Ganzen bei den Dikotylen, an die Blätter geknüpft ist (d. h, an die vollkommen entwickelten Blätter; aber Niederblattbildung ist bei den Cupuliferen ganz auf die Knospenbildung zusammengedrängt), ist also auch die Stellung der Zweige spiral. Dem gegenüber ist es interessant, dass auch bei den Cupuliferen, d. h. bei Eichen, nicht bei Buchen und kaum bei Kastanien, wenn der junge Hauptstamm kräftig gerade in die Höhe wächst, eine bemerkbare Neigung hervortritt, die Zweige wie zu einem Wirtel zusammenzuschieben. Es ist das eine den ganzen Bereich des baumförmigen Wachstums betreffende Bemerkung, welche von den Botanikern bis jetzt gar nicht beachtet ist, welche aber ein höheres Interesse dadurch gewinnt, da hier eine Beziehung zu den Coniferen angezeigt ist, bei denen

bekanntlich diese Wirtelstellung durchschlagend wird. — Die Blätter selbst sind bei den Cupuliferen immer einfach, in der Grundform elliptisch, mit gleichen Hälften, mit deutlicher Unterscheidung der Blattfläche und des gegliedert eingefügten und abgliedernden Stengels, also die reine typische Form des dikotylen Blattes. Die Knospen sind durch Deckblätter und bei der Entwicklung rasch abfallende Nebenblätter (die, wo sie vorkommen, eine Beziehung auf die Scheide der Gramineenblätter andeuten) sehr ausgebildet. Die Blütenstände auf Jahrestrieben, die männlichen, wie die Blätter gegliedert eingefügt und abfallend; immer monöcisch und typisch in der vom Gesichtspunkte der Einzelblüte aus normalen Stellung, die Stempelblüten am Gipfel über den Staubblüten (bei Fagus immer, bei Quercus mit wenigen Ausnahmen, bei Castanea unbestimmter). Es ist dies aber ein für die ideale Auffassung durchaus wesentlicher Punkt, weil in den Cupuliferen, indem das Individuum durchgesetzt wird, die Blüte nicht einfach verleugnet werden, was in der Diözie ausgesprochen wäre, sondern die Beziehung des Individuums zur Blüte mit ausgedrückt werden soll. Das Genauere hierüber wie über die ganze Entwicklung der Blüte hängt aber so innig mit der Unterscheidung der drei Cupuliferengattungen Fagus Quercus und Castanea zusammen, dass es besser ist, nun erst diese und zugleich die nächst angrenzenden Formen ins Auge zu fassen; denn wir werden sehen, dass an diesem Höhepunkte der Entwicklung die Sprache der Natur bis ins Einzelste hin verständlich ist. Schon das ist ja höchst bemerkenswert, dass wir nur diese drei Cupuliferengattungen haben, von denen zwei, Fagus und Castanea, nur je in einer Art existiren, während allein Quercus eine grosse Zahl von Arten oder, wenn wir wollen, Varietätenbildung zeigt. Sie unterscheiden sich aber am merklichsten durch die Zahl der (Stempel-) Blüten, resp. der aus denselben entwickelten Samen, die von einer Cupula umfasst werden, indem Quercus immer nur einen, Fagus immer zwei, Castanea regelmässig drei Samen in der Cupula, der eigentümlichen Samenhülle, welche der Familie den Namen gegeben hat, trägt. Dies hängt schon einigermaassen mit den männlichen Blütenständen zusammen, welche bei Quercus eine einfache Aehre, bei Fagus ein Köpfchen, bei Castanea eine mehr zusammengesetzte Rispe darstellen, was bei dieser Gattung eine weniger strenge Scheidung der Stempel und Staubblüten bewirkt, wie auch hier häufiger als Ausnahmen Zwitterblüten vorkommen. Die Zahl der Perigonteile wie auch der Staubgefässe (die sich nach innen öffnen) ist nicht fest bestimmt; jedoch bei Castanea das Perigon regelmässig sechsteilig, bei Quercus das Perigon der Staubblüte oft regelmässig fünfteilig mit tiefen Einschnitten. Auch die Zahl in der Blattstellung ist sehr verschieden, bei Fagus mit starker Neigung zur Zweizeiligkeit, entsprechend den zwei Samen in der Cupula, wie auch die ersten Laubblätter nach den Kotyledonen noch paarweise stehen. Offenbar ist auf alles dieses kein wesentliches Gewicht gelegt, so interessant auch die Einzelheiten sind. Desto eingreifender sind aber die inneren Prozesse. Im Perigon der Stempelblüte stimmen die drei Gattungen der eigentlichen Cupuliferen im wesentlichen überein; unterscheiden sich dadurch von den beiden nächst angrenzenden Gruppen, den Coryleen von der einen und den Betulazeen von der anderen Seite, so dass bei diesen die bei jenen noch vorhandene Andeutung des oberständigen Perigons in der Stempelblüte ganz aufgegeben, hingegen das der männlichen Blüte, wenigstens bei Alnus sehr deutlich entwickelt ist.

Weitere wesentliche Unterschiede sind, dass bei den Coryleen sowohl wie bei den Betulazeen auch die weiblichen Blütenstände zu Kätzchen ausgebildet sind. Im allgemeinen bemerke ich vorläufig, dass diese den Cupuliferen zunächststehenden Formen genau in demselben Maasse die feinere Ausbildung des Cupuliferen-Charakters verlieren, wie sie von der typischen Ausbildung der Baumform zurückweichen. Was aber die innerste Blütenentwicklung angeht, so zeigt uns Quercus das merkwürdige Verhältniss, dass das männliche und das weibliche Organ in der Funktion nicht zusammentreffen; dass nämlich in der Zeit, wenn das Pollenkorn die gewaltige und fast noch allein den ganzen Stempel darstellende Narbe erreicht und auswächst, die Samenknospen noch gar nicht vorhanden sind, so dass die ganze Ausbildung des Samens ein Resultat der Befruchtung ist und von einer Befruchtung in dem Sinne, wie wir sie gewöhnlich verstehen, gar nicht die Rede sein kann. Und diese Art der Entwicklung teilen die Coryleen und die Betulazeen mit Quercus, während die beiden anderen Gattungen Fagus und Castanea den gewöhnlichen Gang einhalten, dass nämlich das auswachsende Pollenkorn auf die schon im Pistill angelegten Samenknospen trifft. Dieser bis in den innersten Prozess der Blütenbildung hineinreichende Gleichgewichtskampf auf der Höhe der Entwicklung in den Cupuliferen wird uns in seiner ganzen Bedeutung erst dann erscheinen, wenn wir nach Durchführung der ganzen Entwicklung auf das Verhältniss der Juglandeen zu den Cupuliferen zurückkommen, bei denen ein nicht einfaches, sondern doppeltes, also andeutend als Kelch und Krone unterschiedenes oberständiges Perigon in der Stempelblüte mit der einen central aufrechten atropen Samenknospe zusammentrifft. An dieser Stelle will ich die Betrachtung über die Cupuliferen mit der Frage über die Bedeutung der Cupula schliessen, die nach meiner Auffassung Eichler richtig dahin feststellt, dass sie ein die Einzelblüten der ausgehenden Inflorescenz gemeinsam umfassendes Organ ist, daher dann die beiden zunächststehenden Gruppen von den wirklichen Cupuliferen und untereinander sich in der Weise unterscheiden, dass bei den Betulazeen gar keine Cupula zustande kommt, bei den Coryleen hingegen eine solche für jede einzelne Blüte der Partialcymen sich bildet (wo sie also im Sinne der idealen Auffassung eine sinnlose Bildung ist). Der Unterschied zwischen der wahren Cupula bei Quercus, wo ja auch jede Blüte, resp. jeder Samen seine Cupula hat, und der Scheincupula bei Corylus und Carpinus lässt sich darnach nur ideal feststellen; bei Quercus ist die eine Blüte Gipfelblüte, also ideal genommen die, welche bei dem Dichasium der Blüte von Fagus fehlt, dagegen in der Partialinflorescenz der Gipfelblüte bei den Karyophylleen entspricht, während bei Castanea die versuchte Zusammenfassung von drei Blüten in eine Cupula schon das ganze Verhältniss stört. Nach diesem idealen Verständnisse hat mir dann die theoretische Streitfrage, ob die Cupula aus den verwachsenen Vorblättern entsteht, oder ob sie ein ringförmig sich erhebender Axenteil ist, keine wesentliche Bedeutung mehr, so wie sie auch durch die Beobachtung nicht zu entscheiden ist. Thatsächlich erscheint die weibliche Eichenblüte in ihrer Entstehung wie eine gewaltige aus der Umwallung der Cupula hervorragende dreiteilige Narbe, welche unter sich schon die Andeutung des oberständigen Perigons, aber, wie gesagt, zur Zeit der Bestäubung noch keine Samenknospen hat, während bei den beiden anderen Gattungen die später vierteilig sich spal-

tende Cupula von vornherein viel mehr den Anspruch auf Entstehung aus den verwachsenen Vorblättern macht, obwohl auch hier diese theoretische Auffassung nur durch sehr künstliche Voraussetzungen durchgesetzt werden kann. Namentlich bin ich nicht der Meinung, dass, wenn man auch gegen Eichler die geltende Ansicht von der Entstehung der Cupula als Axenteil festhält, die Auffassung der Schuppen und Stacheln als bloser Emergenzen und nicht wahrer Blätter aufgegeben zu werden braucht. Wir werden viel mehr sehen, dass wir hier entschieden an einem Punkte sind, wo die blose Beobachtung ohne die ideale Auffassung zu keinem greifbaren Ziele führt. —

Gehen wir jetzt von den Cupuliferen direkt zu den Karyophylleen über, wo wir, was die Wachstumsform des Individuums angeht, kaum etwas zu dem schon Gesagten hinzuzusetzen haben (Gliederung des Stengels mit mehr oder weniger hohlen Internodien, mehr oder weniger gramineenartiger Blattbildung, Geltendmachung des Dualismus bis zur kantigen Form des Stengels, ungleichseitige Ausbildung der Hälften, nicht in den einzelnen Blättern, aber im ganzen Wachstum, durch Förderung der einen Seite, bis zur Unterdrückung der anderen); dagegen sich die ganze Aufmerksamkeit der feinen Ausbildung der Blüte als der typischen Form der dikotylen Blüte zuwendet. Als weniger wesentlich bemerke ich nur im Vorübergehen, dass der Kelch bei der einen Abteilung noch verwachsen und dass die Narbe entweder zwei-, oder drei- oder fünfzählig ist, dass aber alle Momente des Typus nach der Fünfzähligkeit nur bei wenigen Gattungen in dem Maasse zusammentreffen, wie es dreizählig bei der Lilienblüte der Fall ist. Die Feinheit der inneren Durchbildung zeigt sich in dem Verhältnisse der Staubgefässe und des Stempels. Die Antheren sind zunächst immer intrors; das ist selbstverständlich; aber die Natur spricht hier noch viel deutlicher. Das Staminodium ist scheinbar obdiplostemonisch, d. i. die Elemente des zweiten Wirtels stehen zwar in in der gesetzlichen Ordnung abwechselnd mit denen des ersten, mit den Kronblättern alternirenden, also diesen opponirt, und sie entstehen auch ein klein wenig höher als diese nach dem Entstehungsgesetze der Blätter, aber sie biegen sich in der Entwicklung so nach aussen, dass sie mit ihren Antheren die Antheren des unteren Wirtels decken und also scheinbar die obdiplostemonische, d. h. die der gesetzlichen Blattabfolge widersprechende Stellung, wie sie z. B. bei den Erikazeen vorkommt, repräsentiren. Hierin ist die Verdoppelung des fünfzähligen Wirtels schon als ein überschlagendes Moment der Blütenbildung angezeigt und zugleich, dass diese zu überschreiten nicht in der Intention der dikotylen Blütenbildung liegt, also die Zehnzahl als die höchste normale Zahl bezeichnet sein soll. Drei fünfzählige Wirtel, überhaupt eine über 2 hinausgehende Vermehrung der fünfzähligen Wirtel kommt nicht vor; eine ins Unbestimmte gehende Vermehrung der Staubgefässe beruht auf Verdoppelung und Zerlegung der einzelnen Elemente. Die Bedeutung der Sache liegt darin, dass überhaupt im organischen Gestaltungsgesetz über die ersten Grundzahlen nicht hinausgegriffen wird. Wir erinnern uns an das oben Bemerkte, dass es keine Trikotyledonen giebt, sondern über die Dikotyledonie hinaus die Zahl, wo eine höhere vorkommt, schwankend und unbestimmt wird. Ich bemerke auch hier, dass mir diesem idealen Verständnisse gegenüber die Frage nach der Entstehung der Obdiplostemonie insoweit sie auf Vermutung angewiesen ist, nicht wesentlich scheint, und jedenfalls muss ich es als unrichtig bezeichnen, wenn Eichler meint, aus

dem Verhalten der Kronstamina bei den Karyophyllen etwas zu Gunsten der Ansicht Celatowskys herleiten zu können, dass die Obdiplostemonie überhaupt auf einer Verschiebung der ursprünglich normalen Anlage beruhe. Viel richtiger glaube ich dieses ganz besondere Verhalten der Staubgefässe bei den Karyophylleen als der reinen typischen Form der dikotylen Blüte zu verstehen, wenn ich es im Sinne der idealen Auffassung in innere Beziehung setze zu dem ebenso besonderen Verhältnisse der beiden wesentlichen Blütenmomente bei den Cupuliferen, resp. bei Quercus als dem anderen Endpunkte des Gleichgewichtskampfes zwischen Blüte und Individuum, wie er als der Grundgedanke der Pflanzengestaltung auf der Stufe der Dikotylen ausgekämpft wird. Wie die Staubgefässe immer introrse Antheren haben, so sind die Narben epikarpid, auf der Mitte des Fruchtblattes, nicht Commissuralnarben, desungeachtet aber die Kapsel teils fach-, teils nahtspaltend; teils auch zugleich fach- und natspaltig; sowie die Karpiden bald den Kronenblättern, opponirt (epipetal), was der einfachen Ordnung von je fünfzähligen Wirteln entspricht, teils den Kelchblättern opponirt (episepal), was die aus dem zweiten Wirtel sich ergebende gesetzliche Ordnung ist. In diesen Verhältnissen sind die inneren Gestaltungsverhältnisse, die sich für die regelmässige Durchführung der typischen dikotylen Blüte ergeben, so angedeutet, dass wir zugleich die absolute mathematische Durchführung nach dem Zahlengesetze, als nicht in der Intention der Gestaltung liegend erkennen; sie bildet ein Moment, aber nicht das durchschlagende Moment, wie beim Krystalle. — Ebenso sind die Andeutungen von Zwischenwänden zu verstehen, welche als mehr (bei den Sileneen) oder weniger ausgebildete Karpellcommissuren trotz der in allen Fällen und zum Teil in sehr hervorgehobener Weise als freie Centralsäule auftretenden Placenta vorkommen; ich erinnere dabei an die Mittelsäule der Laubmooskapsel, auf deren ideale Bedeutung für die dikotyle Blütenentwicklung wir mehr und mehr werden hingewiesen werden, und sehe vorläufig noch keinen Grund, die gewöhnliche und von Payer entwicklungsgeschichtlich festgestellte Auffassung derselben als des Gipfels der Blütenaxe aufzugeben. Auf die genauere Ausführung der ganzen Familie der Karyophylleen ist es hier nicht abgesehen, und ich erwähne nur noch, dass ganz abweichende Vorkommnisse in derselben, wie die Oeffnung der Kapsel mittelst eines horizontal sich ablösenden Deckels (bei Drypis und Acanthophyllum), die Diözie bei Lychnis, die mit kletterndem Wuchs verbundene beerenartige Frucht bei Cucubalus, die der Blutsverwandtschaftstheorie unübersteigliche Hindernisse bereiten würden, nach der idealen Auffassung vollständig verständlich sind, soweit sie die weit ausgreifenden Beziehungen der Karyophylleen nach ihrer Stellung in der ganzen Entwicklung ausdrücken. Cupuliferen und Karyophylleen, oder, um ganz anschaulich zu reden, wie ich es in der Schrift: »Der Gedanke in der Gestaltung des Pflanzenreiches« durchgeführt habe, Quercus und Stellaria Holosteum sind die beiden Ruhepunkt im Gleichgewichtskampfe um die reine Darstellung des Individuums von der einen und die reine Darstellung der Blüte von der anderen Seite, wie er dikotyl durch die klare Scheidung der oberständigen und unterständigen Blüte mit Beziehung auf das Moment des Blütenstandes ausgekämpft wird. Bei der weiteren übersichtlichen Ausführung, wie sie im Schema angedeutet ist, gehe ich von der Vorstufe aus, weil ich so doch am deutlichsten den Gedanken in seiner Entwicklung aufweisen kann.

### Vorstufe.

Das Recht, die Familien oder Typen (denn jede der genannten Familien umfasst typisch einen grösseren Formenkreis) der Polygoneen Primulazeen Campanulazeen Piperazeen Proteazeen und Aristolochien zu einer Gruppe als dikotyleVorstufe zusammenzustellen, beruht darauf, dass sie alle, obgleich entschieden dikotyl, doch in verschiedenen Graden und nach verschiedenen Richtungen monokotyle Charaktere aufweisen, so wie wir umgekehrt in die anomale monokotyle Entwicklung dikotyle Charaktere eindringen sehen und dass dann aus der Zusammenfassung eben der Gedanke des zwar aufgenommenen, aber noch nicht durchgesetzten, in die monokotyle Stufe zurücksinkenden dikotylen Grundgedankens sich ergiebt. Ich fasse sie, um die Erinnerung daran immer im Auge zu behalten, in der Weise als dikotyle Vorstufe zu einer Gruppe zusammen, wie bei den Moosen die kleistokarpischen Moose als Vorstufe der ganzen Laubmoosentwicklung. Es kommt ja darauf an, gerade die Besonderheiten und Abnormitäten der Gestaltung auf den Grundgedanken zurückzuführen, wobei es vom Standpunkte der idealen Auffassung fast gleichgiltig ist, ob ich die Vorstufe als eine voranschreitend andeutende oder als eine rückschreitend zurückgreifende Entwicklung auffassen will. Wenn ich z. B. die Primulazeen als Petalantheren wegen ihrer bei fünfzähliger Blüte den Kronenblättern opponirten Staubgefässe als zur Vorstufe gehörend und nur nicht gerade die Centralform der Vorstufe bildend auffasse, so kann ich dabei sowohl an das Verhältniss zu den Monokotylen denken, wo in gewisser Weise die Opposition der Staubgefässe zu den Blumenblättern das normale ist, weil hier die zwei dreizähligen Wirtel je zu einem typisch gleichmässigen sechszähligen Wirtel zusammengeschoben sind, was dann vierzählig in den Blüten von Potamogeton und Roxburgia seinen abschliessenden Ausdruck findet, um dann fünfzählig in den Primulazeen zur Weiterbildung wieder aufgenommen zu werden; oder ich kann an die Annäherung des Blütenbaues der Asperifolien und Solaneen, welche als verwachsene und unterständige, wie ich zeigen werde, der rückschreitenden Entwicklung der typischen dikotylen Blüte angehören, anknüpfen, welche in der Gestaltung durch die sogenannte Nebenkrone ausgedrückt ist, die bei den Primulazeen als einen verkümmerten zweiten Staubblätterkreis zu deuten durchaus kein Recht und kein Grund vorhanden ist. Man kann den idealen Gesichtspunkt nicht verstanden haben, wenn man in dieser anscheinenden Zweideutigkeit einen Mangel der Auffassung sehen wollte. —

Die Opposition der Staubgefässe zu den Kronenblättern (bei fünfzähliger Blüte) ist der eine Grundzug im Charakter der Primulazeen. Um ihre Stellung ganz zu verstehen, müssen die beiden anderen Charaktermerkmale hinzugenommen werden, dass die Samenknospen wie bei den Karyophylleen central gestellt sind und um einen Grad sicherer als bei diesen als auf der Spitze der Axe stehend verstanden werden müssen und dass die Krone verwachsen ist, wozu dann als drittes Merkmal noch der immer genau auf der Spitze des Fruchtknotens stehende Griffel mit knopfförmiger Narbe kommt. Diese innere Gestaltung der Primulazeenblüte können wir nur verstehen in ihrer Vergleichung mit der Karyophylleenblüte. Der Ausdruck der centralisirenden Einheit ist bei den Primulazeen im Pistill, in der Stellung der Samenknospen und in dem Griffel

noch etwas schärfer als bei den Karyophylleen, aber darum überschlagend und einseitig, weil die Opposition der Staubblätter zu den Kronenblättern, sowie die verwachsene Krone, um von dem verwachsenen (aber immer fünfblätterigen Kelche, den die Silenen noch mit den Primulazeen teilen) nicht zu sprechen, die Hemmung des peripherischen Elementes in seiner idealen Darstellung ausdrückt. Eine Störung des normalen Fruktifikationsprozesses wie bei den Cupuliferen tritt in dieser Region der typisch durchgeführten Blütenform nicht auf; wohl aber die knappste Darstellung des Gleichgewichtskampfes in den wesentlichen Bestandteilen der Blüte. In den Primulazeen, welche typisch nur fünfzählig sind auch im Staminodium (weshalb auch Eichler für die vermeintliche gerade Diplostemonie nur die zu dem Primulazeentypus gehörenden Formen aufführt) ist die centrale Entwicklung im Uebergewicht, wie bei den Karyophyllen die peripherische in der Verdoppelung des Staubblätterkreises, so jedoch, dass eben hiedurch die auf dieser Grundlage fortschreitende Blütenentwicklung — zugleich durch die scheinbare Obdiplostemonie in ihrer Grenze durch die Zehnzahl — angezeigt ist. Demgemäss findet auch bei den Primulazeen ein mehr unregelmässiges Zerreissen der Kapsel (bei einigen Gattungen auch hier horizontale Ablösung des Deckels) statt. Unterständig sind die Primulazeen, wie die Karyophylleen mit Ausnahme der umständigen Samolus, wie auch die Fünfzähligkeit bei Trientalis und Hottonia nicht eingehalten ist, Ausnahmen, die wie Cucubalus und Lychnis bei ben Karyophylleen zu beurteilen sind; darin, dass bei beiden Gruppen vierzählige verkümmerte Formen vorkommen, spricht sich nur ein ganz allgemeines Gesetz der degenerierenden Entwicklung mit Rückbeziehung der ganzen Dikotylen auf die ganze kryptogamische Stufe aus. Darin, dass der Primulazeentypus in zwei grossen Gruppen auftritt, welche auch durch ihre klimatische Unterscheidung einen Wink für das wahre Verständniss der geographischen Verteilung der Pflanzen auf Erden geben, die der heissen Zone angehörenden baumförmig wachsenden Myrsineen und die immer krautartig, aber in allen möglichen Wachstums- und Blütenstandsformen auftretenden eigentlichen Primulazeen der gemässigten Zone, werden wir darauf hingewiesen, dass wir hier an einer Stufe stehen, wo der Grundgedanke der dikotylen Gestaltung noch nicht ausgekämpft ist. Demgemäss sehen wir auch die weitere Entwicklung. Neben den Myrsineen haben wir die Sapoteen, welche in dem Grundcharakter den Primulazeen sich anschliessen mit Opposition des fünfzähligen Staubblattwirtels zu den Kronenblättern, aber entweder den zweiten Wirtel nur andeuten, wenn man es so nehmen will, oder, wenn wirklich ein zweiter Wirtel vorhanden ist, entweder vierzählig oder sechszählig werden und dann zugleich mit der Baumform den übrigen strengen Primulazeencharakter verleugnen durch nicht centrale Samenstellung, nicht verwachsene Krone und zudem die Antheren entweder alle extrors oder in dem einen Kreise intrors, im anderen extrors haben. Die Ebenazeen, welche Eichler auch hieher rechnet, gehören schon entschieden einer anderen Entwicklung an, welche uns später die abschliessende die Baumform mit der Blüte verbindende Entwicklung in einer ähnlichen Beziehung zu den Primulazeen zeigen wird, wie wir oben von den Asperifolien in Betreff der abschliessenden (unterständig verwachsenen) Blütenentwicklung bemerkt haben. — Viel interessanter ist uns vorläufig die Form der Papajazeen (Carica Papaja), bei der nun wirklich der Versuch einer geraden Diplostemonie

in der männlichen Blüte ausgeführt wird, so zwar, dass die episepalen Staubgefässe des äusseren und unteren Kreises hier so den inneren auf eine sitzende Anthere reduzirten, vorgeschoben sind, wie es in der scheinbaren Obdiplostemonie bei den Karyophylleen erzwungener Weise der Fall ist. Nun aber ist mit diesem Versuche einer durchgeführten geraden Diplostemonie die Zerlegung der Blüte in der Weise verbunden, dass wir hier, aber mit einem Rückfall in monokotylen Charakter, ganz an das erinnert werden, was wir in den Cupuliferen ausgeführt sehen, natürlich aber bei beiderseits unterständiger Blüte (wie wir es monokotyl bei beiderseits oberständiger in den Dioskoreen sehen). Die Papajazeen haben diöziche Blüten mit merklicher Verschiedenheit in der Gestaltung; beide Blüten zwar mit ganz verkümmertem Kelche und perigonartig entwickelter Krone, aber die Staubblüte stark verwachsen mit Andeutung eines Stempels mit fadenförmigem Griffel, die Stempelblüten tief geteilt und einen Fruchtknoten mit mächtig verbreiterter Narbe; das Wachstum der Pflanze baumartig nach Palmenform mit grossen handnervigen Blättern. Dazu kommen dann die entschieden wandständigen Samenknospen in dem zu einer mächtigen Beere sich entwickelnden Fruchtknoten, welche die Botaniker ratlos gemacht hat (Eichler sagt ausdrücklich, dass er die Papajazeen nur mit innerem Widerstreben den Passifloreen äusserlich zugesellt). Ich erinnere, was diese dem Primulazeencharakter kontradiktorisch entgegengesetzte excentrische Stellung der Samenknospen angeht, zunächst nur an das analoge Verhältniss der Butomeen unter den Liliazeen. — Von der anderen Seite schliessen sich an die Primulazeen direkt nur noch die Plumbagineen an, von ihnen wesentlich nur unterschieden durch die eine an der Plazenta, die hier ohne allen Zweifel die verlängerte Blütenaxe ist, central hängende Samenknospe, was mit Rücksicht darauf, dass es sich um die Durchsetzung der Gestaltung in dem zusammengesetzten Individuum handelt, nur als eine verkümmerte Form des Primulazeentypus verstanden werden kann. Die Plumbagineen gehen dann genau nach der Stellung, die ihnen hier in der Vorstufe vindizirt wird, nach dem Wachstum in zwei Formen auseinander, die Plumbagineen im engeren Sinne, mit gramineenartig gegliedertem Stengel und dichotomen Blütenstande, und die Statizeen mit lilienartigem Wachstum, womit ich der Kürze wegen ein für allemal nicht blos die eigentliche Zwiebelbildung, sondern überhaupt die gestauchte Axe mit rosettenförmig zusammengedrängten Blättern und einem nackten Blütenschafte bezeichne. —

Als die zweite Hauptform der Vorstufe bezeichne ich die Campanulazeen, weil bei ihnen der Versuch die Einzelblüte oberständig durchzusetzen dikotyl wiederholt wird; natürlich mit verwachsener Krone, denn die oberständige freiblätterige Krone ergiebt die Familie der Umbelliferen, der dann die Compositen so gegenüberstehen, dass die verwachsene Krone der Campanulazeen zwar beibehalten, aber die Einzelblüte vollständig als Element unter den als Blüte gefassten Blütenstand gestellt wird; die beiden Hauptformen der oberständigen dikotylen Entwicklung, die wir demnächst genauer zu betrachten haben. — Die Richtigkeit dieser Auffassung der Campanulazeen ist in doppelter Weise in der Natur bezeugt erstens negativ, weil wir auch hier wieder in den inneren Verhältnissen der Blüte auf einen Punkt stossen, wo die theoretische Erklärung, um irgendwie auszureichen, zu so künstlichen und willkürlichen Voraussetzungen greifen muss, dass sie besser thut, mit Eichler hier ihre Unzulänglichkeit einzu-

gestehen. In den Fällen nämlich, wo der (gewöhnlich, wie auch der Kelch dreizählige) Fruchtknoten fünfzählig gebaut ist, stehen die Staubgefässe mit den Karpellen bald normal abwechselnd, bald ihnen opponirt, wogegen die bei der Fünfzähligkeit episepale Stellung der Karpelle unverändert bleibt, auch wenn monströs ein oder mehrere Kronwirtel eingefügt werden. Ein solcher Fall (und wir werden ähnliche finden) beweist klar, dass die innere Anordnung der Blütenelemente von anderen Gesetzen bestimmt wird, als bloss von der normalen Blattabfolge; hier denken wir zunächst an die nähere Beziehung des Kelches zum Fruchtknoten und werden dadurch, dass eben nur beim durchgeführten fünfzähligen Bau diese theoretische Unerklärlichkeit eintritt (nicht bei zwei- oder dreizählig gebauten Fruchtknoten) offenbar wieder auf die Bedeutung der dikotylen Fünfzahl hingewiesen. Ein theoretisch ergänzter innerer Staubblattkreis bei fünfzählig gebauter Campanulablüte mit episepalen Karpellen und denselben opponirten Staubgefässen würde zur Voraussetzung einer geraden Diplostemonie führen, die nicht in der Intention der Gestaltung liegt, und so kann ich verstehen, wie dies Verhalten bei Campanula denselben Gedanken ausdrückt, wie die scheinbare Obdiplostemonie bei den Karyophylleen, und dass ich als Naturforscher nicht das Recht habe, mit willkürlichen Voraussetzungen und Ergänzungen mich aus der Not zu helfen. —

Noch sprechender ist der positive Beweis, den die Campanulazeen für die Richtigkeit meiner Auffassung geben, dadurch, dass die Campanulazeen in den Lobeliazeen und Goodeniazeen zu einer inneren Verbildung der wesentlichen Blütenteile übergehen, welche dieselbe widersinnige Tendenz auf unmittelbarste Annäherung der Geschlechtsteile mit gleichzeitiger Hemmung der Funktion ausdrückt, die wir in der anomalen oberständigen monokotylen Blüte sehen, und dass sie dann in den Stylideen in eine Form auslaufen, welche als ein Analogon der Orchideen bezeichnet werden muss. Dass schon die Sammel- oder Fegehaare am Griffel der Campanulazeen hiemit in Verbindung stehen, beweist die weitere Ausbildung bei den drei genannten Familien, die sich in der Weise ergänzen, dass die vollständige Verwachsung des Staminodiums mit dem Griffel zu dem Säulenkörper bei den Stylideen, der die zwei Antheren in die unmittelbarste Nähe der Narbe bringt, in den Lobeliazeen durch die Verwachsung der Antheren, in den Goodeniazeen, wo die Antheren frei bleiben, durch die besondere Bildung unter der Narbe, dem sogenannten Indusium, angedeutet ist. Dabei bleibt die Entwicklung des Pollens unvollkommen, wie bei den Orchideen, die Antheren sind introrsbei den Lobeliazeen und Goodeniazeen, und dann die unregelmässige Blüte verdreht, wie bei den Orchideen, bei den Stylideen sind die Antheren extrors und dann die Blüte nicht gedreht. Die Plazentation entweder central bei zweifächerigen Fruchtknoten, oder excentrisch (bei einem Teile der Goodeniazeen). Die Sammelhaare, welche schon bei den Campanulazeen vorkommen und welche mit der Verbindung der Narbe in ihrer Beziehung zu den Antheren, also mit der ganzen abnormen Entwicklung der inneren Blütenteile, wie wir sehen, zusammenhängen, scheinen in irgend einem Zusammenhange zu stehen mit der charakteristischen scheidenartigen Verbreiterung der Staubfäden bei den Campanulazeen. Wenn wir berücksichtigen, dass dieser Scheidenteil in einzelnen Fällen (Campanula Rapunculus) einen ligulaartigen Auswuchs hat, so liegt die Beziehung auf das

Gramineenblatt gewiss nahe genug; doch will ich diesen Zusammenhang vorläufig nicht verfolgen. Die innere Beziehung der Campanulazeen zu den Compositen ist deutlich ausgesprochen, wie wir dort sehen werden. — Als dritte Hauptform der Vorstufe stelle ich die Polygoneen auf, welche durch gegliederte Axe und nachgebildet scheidige Blätter sich enge an die Gramineen anschliessen und dann in den dreizählig mit kelchartigem grünen Perigon blühenden Rumizeen und den fünfzählig mit kronenartigem bunten Perigon blühenden Polygoneen im engeren Sinne den Umsatz der monokotylen Blütenbildung in die dikotyle einleiten. Insoweit würden wir von den Polygoneen aus die ganze Zusammenfassung der Vorstufe nach dem idealen Gesichtspunkte am besten darlegen können. Massgebend ist dabei die eine centrale Samenknospe, welche bei den Polygoneen ebenso wie bei den Gramineen die Axenspitze ist, die aber hier, nicht bei jenen, seitlich abbiegt, sondern ihre centrale und (wie wir später sehen werden) aufrechte Stellung behauptet. Nun aber ist es nicht die Aufgabe, die Idee der Blüte in dieser Weise auf Grundlage der einen Samenknospe durchzusetzen, sondern auf Grund des eine Vielheit von Samenknospen zusammenschliessenden Fruchtknotens, der dem Begriffe des zusammengesetzten Individuums entspricht; wodurch dann erst jener Kampf zwischen Individuum Blüte und Blütenstand eingeleitet ist, der auf der dikotylen Stufe zum Austrage kommen soll. Und daraus erklärt sich dann die ganz besondere Eigentümlichkeit, die wir von den Polygoneen und zwar namentlich von den Polygoneen im engeren Sinne mit kronenartigem fünfzähligen Perigon zu vermerken haben, dass nämlich hier die (in der Zahl vielfach schwankenden, bald verminderten, bald durch Verdoppelung vermehrten) Staubgefässe im inneren Kreis mit extrorsen, im äusseren mit introrsen Antheren versehen sind. Erinnern wir uns nur daran, was wir beim Verhältniss der Melantazeen zu den Liliazeen gesehen haben, so werden wir verstehen, dass hier beim Uebergangsschritt von der dreizähligen zur fünfzähligen Blüte das Anzeichen des inneren Kampfes zwischen der centralen und peripherischen Richtung, welcher die ganze Idee der Blüte gestaltet, zum Ausdrucke kommt, aber wohlgemerkt, hier in den Polygonen auf Grundlage der typischen, unterständigen, wenn auch noch nicht freiblätterigen Blüte nicht in jener zur Widersinnigkeit führenden Weise, wie wir es im Campanulazeentypus sehen in der Aufhebung der normalen Stellung der Staubblätter zum Stempel, sondern innerhalb der Staubblätterkreise selbst, so dass wir auch hier wieder eine Ergänzung desselben Gedankens haben, den wir im Staminodium der Karyophylleen in noch feinerer Weise durch die Obdiplostemonie ausgesprochen sehen. Auch hier können wir schon jetzt sagen, dass die Richtigkeit der Auffassung uns dann im vollen Lichte erscheinen wird, wenn wir an scheinbar ganz anderer Stelle zum zweiten und dritten Male auf dieselbe Erscheinung bei Austragung des ganzen Kampfes stossen; die wir hier im Vorspiele bemerken. —

Dürfen wir nun diesem gemäss die Polygoneen Campanulazeen Primulazeen als den eigentlichen Kern der dikotylen Vorstufe auffassen, in der Weise, dass die durch die eine centrale Samenknospe ckarakterisirten Polygoneen den ersten Anlauf der dikotylen Blütenbildung bezeichnen, welche dann, indem sie zur Bildung eines viele Samenknospen zusammenfassenden Fruchtknotens als Centralteil übergeht, als oberständige und unterständige Blüte sich teilt, durch die oberständigen Campanulazeen den Uebergang

zu den Compositen, durch die unterständigen Primulazeen den Uebergang zu den Karyophylleen vorbereitend, so können wir leicht die Familien der Chenopodeen Amaranthazeen Phytolazeen, Nyktageen und Plantagineen als die Ergänzung und Ausfüllung dieses Kernes verstehen. Die Chenopodeen und Amaranthazeen, welche wie die Polygoneen einerseits und die Plumbagineen andererseits am wesentlichsten durch die eine aufrechte oder hängende centrale Samenknospe charakterisirt sind, mögen hier einfach als eine rückschreitende Mittelform genommen werden, deren Hauptmoment in der genaueren Modifikation der Stellung des Fruchtknotens und der Lage des Keimes liegt, auf die ich später besonders zurückkomme. Wir verstehen dann leicht auch die Phytolazeen in der versuchten Steigerung der Blütenentwicklung als Anticipation der gesteigerten Blütenentwicklung in Ranunkulazeen und Malvaceen auf dieser ideal noch unzulänglichen Grundlage sowohl in der Vermehrung der (einsamigen) Karpide bis zu zehn (daher eine Aehnlichkeit mit den Malvaceen, welche in der kleinen Familie der Gyrokarpeen besonders hervortritt), als auch in der Vermehrung des Staminodiums durch Verdoppelung und Teilung. Darauf beruhen dann die auffallenden Stellungsverhältnisse, die Eichler veranlassen, in den Phytolazeen den Uebergang von den Apetalen zu den Corollaten zu erblicken, was aber schon deshalb nicht richtig sein kann, weil die Apetalen gar nicht als eine berechtigte Gruppe existiren. — Als Gegensatz zu dieser versuchten Steigerung der Blüte auf Grundlage des einsamigen Fruchtknotens stehen dann ganz nach dem allgemeinen Entwicklungsgesetze die Nyktagineen und Plantagineen als die Formen, in denen der ganze in der Vorstufe in der verwachsenen Krone sich haltende Anlauf zur dikotylen Blütenentwicklung negativ sich abschliesst, negativ, d. i. durch absonderliche widersinnige Bildungen, die eben in dieser Weise ihre Erklärung finden. Beide Familien gehören unzweifelhaft der Vorstufe an und zwar so, dass sie sich als unterständig blühend zu den Primulazeen und Polygoneen stellen, ohne Beziehung auf die Campanulazeen, aber mit näherer Beziehung zu den Polygoneen, namentlich bei den Nyktagineen wegen der einen centralen Samenknospe. Bei den Nyktagineen ist die innere Entwicklung der Blüte so, dass Eichler sie daraufhin geradezu mit den Phytolazeen zusammenstellt. Die Bildung des Samens ist bei beiden dieselbe, nämlich die in dieser ganzen Gruppe vorherrschende mit einem das starke Eiweis von aussen umschliessenden Keime, und der einfache Fruchtknoten kommt auch schon der Vervielfältigung desselben gegenüber bei den Phytolazeen vor. Die Unregelmässigkeit des Staminodiums weist aber ähnlich wie bei diesen auf eine gerade Diplostemonie hin, die auch hier, da fünf die feste Grundzahl ist, auf 10, als die höchste normale Zahl hinweist, indem was darüber hinausgeht, aus Verdoppelung zu erklären ist. So würden sich also, wie Eichler sagt, die Nyktagineen, abgesehen von der verwachsenen Krone, von den Phytolazeen nur unterscheiden durch die eigentümliche Infloreseenz und Perigonbildung; aber die ist eben auch so eigentümlich, dass sie aufs trefflichste den Grundgedanken erläutert, in den Nyktagineen ebenso die rückschreitende Form der ganzen in der Vorstufe auf der Grundlage der verwachsenen Krone versuchten Blütenbildung zu erblicken, wie in de freiblätterigen Phytolazeen die für die Vorstufe überschlagend voranschreitende. Wir haben nämlich bei den Nyktagineen zwei Absonderlichkeiten zu registriren erstens, dass sich das Perigon in

seinem oberen und seinem unteren Teile verschiedenartig entwickelt, im oberen korollenartig, im unteren verholzend, und dass es dann durch horizontalen Schnitt in diesen beiden Teilen getrennt wird; eine Eigentümlichkeit, die einen Familiencharakter der Nyktagineen bildet. Darin erkennen wir dann leicht einen besonderen Fall der horizontalen Abgliederung, der hier auf das Kelch und Krone noch nicht unterscheidende Perigon so angewandt wird, dass man den unteren Teil als Kelch, den oberen als Krone betrachten konnte, worin nur die richtige Ahnung liegt, dass ja die verwachsene Krone auch die unterständige nach diesem selben Gesetze der horizontalen Abgliederung sich ablöst, wie der obere Teil des Perigons bei den Nyktagineen. Damit stimmt dann oder vielmehr geht parallel im geometrischen Sinne die vollständige ganzrandige Verwachsung der Perigonblätter, die so vollständig wie bei den Nyktagineen sich nur bei den Convolvulazeen wiederholt, bei denen auch wie bei den Nyktagineen mit links convolvulativer Präfloration die Seitenränder sich so einschlagen, dass nur der mittlere Teil sichtbar wird. — Was dann zweitens das Verhältniss der Blütenhüllen zu einander angeht, so ist dieses bei den Nyktagineen so, dass dadurch nicht allein die Unterscheidung von Kelch und Krone, sondern auch von Blüte und Blütenstand unsicher gemacht wird, und zwar in der Weise, dass eben hierin das Charaktermerkmal der Gattungen liegt. — Bei Mirabilis, welche als die typische Form zu betrachten ist, steht die eine Blüte in einem Involucrum von Hochblättern, welche nach allen Gesetzen der gewöhnlichen Kelchbildung und richtigen Abfolge der Elemente in Kelch Krone und Staubblätter das Perigon so umgeben, dass man hier eine typisch vollkommene Blüte vor sich zu haben glaubt, wobei noch das zu bemerken ist, dass nur bei der ersten gipfelständigen Blüte der Hauptaxe das Involucium vierzählig, bei allen folgenden fünfzählig ist. Nun aber stehen daneben andere oder vielmehr die anderen Arten, welche in dem kelchartigen Involucrum nicht eine, sondern mehrere, also einen und zwar einen dichasisch gebauten Blütenstand haben, zunächst drei (bei Oxybaphus zum Teil, wo auch das Staminodium dreizählig ist), von denen dann nur die mittlere vollständig, sowie die eine Blüte von Miralilis ausgebildet ist. Andere (Bougainvillea) haben dreiblätterige Involucra und drei wie zu einer Dolde zusammengestellte Blüten, u. s. w.; alle diese Modifikationen mit besonderen Eigentümlichkeiten, auf die wir zurückkommen werden, sowie wir in der grossen Entwicklung des Ganzen wieder auf das stossen, was wir hier in zusammengedrängter Weise angedeutet sehen. Ich bemerke nur noch, dass ganz nach dem allgemeinen Gesetze dem überschlagend nicht bloss kelchartig, sondern blumenblattartig entwickelten Involucrum bei einigen Arten (Bougainvillea) das ganz verkümmerte bei anderen (Boerhavea) gegenübersteht und dass die hier vorliegende gedrehte Prüfloration bei simultaner Entstehung der Teile einen ähnlichen Hinweis auf die Contorten enthält, wie wir ihn in der Form der Krone auf die Convolvulazeen bemerkten. Dass sich der Tubus des Perigons vor dem Abfallen aufdreht und die Involucral blätter nach dem Verblühen fortwachsen, das alles sind Andeutungen weiterer Entwicklungen, die wir an dieser Stelle gewissermassen mechanisch aus der Stellung dieser Form nach dem richtig erkannten Gestaltungsgesetze erklären können. — In Betreff der zweiten der obengenannten Formen, der Plantagineen, muss ich Eichler entschieden entgegentreten. Eichler will sie mit Döll zu den Labiaten ziehen bloss wegen

Vierzähligkeit, denn irgend eine Spur von dem so energisch ausgebildeten Labiatencharakter ist hier nicht vorhanden, und die Ergänzung des fünften Staubfadens, die bei den Labiaten theoretisch gerechtfertigt ist, und die Zurückführung einer Form wie Veronica (trotz der nur zwei Staubblätter) auf den Labiatencharakter möglich macht, ist hier auch nicht einmal theoretisch begründet, weil die Andeutung der beiden Vorblätter, welche die Erklärung von Veronica bedingen, bei Plantago durchaus fehlt. Wenn ich nun auch zugeben wollte, dass diese übertriebene theoretische Künstelei, welche den Labiatencharakter auch da noch erkennen will, wo er eingestandenermaassen ganz verdeckt ist, in der Form der Selagineen und der Globularien, welche sich unzweifelhaft den Labiaten anschliessen und zu denen nach meiner Auffassung die Plantagineen der Vorstufe in einem ähnlichen Verhältnisse stehen, wie die Nyktagineen zu den Convolvulazeen und Contorten, ein Schein von Berechtigung finde, so bliebe doch vollständig unerklärt die merkwürdige Gestaltung der kleinen Familie der Plantagineen selbst, welche in nur drei Gattungen besteht, indem neben dem viermännigen Plantago und der bis einmännigen Bugueria die auffallende Zerlegung der Blüte in Litorella steht, wo eine hoch emporgehobene vierzählige Staubblüte zwischen zwei sitzenden Stempelblüten gestellt ist, eine Gestaltung, die man nur der Geringheit ihrer Erscheinung wegen nicht in ihrer Bedeutung übersehen muss, wie uns gleich bei den Piperazeen deutlicher werden wird. Ich könnte, ehe ich zu diesen übergehe, hier schon die trotz ihrer geringen Erscheinung vielleicht allermerkwürdigste Form von Thelygonum in Betracht ziehen; will aber doch zuvor lieber noch die Piperazeen ins Auge fassen. Als einen den Nyktagineen und Plantagineen gemeinsamen anomalen Charakterzug bemerke ich nachträglich noch den freiblätterigen Kelch (oder Scheinkelch) bei verwachsener Krone, worin die Nyktagineen namentlich auch wieder mit den Convolvulazeen zusammentreffen. —

Was nun die Piperazeen angeht, so kommen sie in der ausgesprochensten Weise dem in dem idealen Grundgedanken der Vorstufe begründeten Postulate einer Hinweisung auf die in den Cupuliferen durchgesetzte Richtung entgegen. Die Piperazeen, welche, ehe man den Samen richtig beurteilte, allgemein zu den Monokotylen gerechnet wurden, sind charakterisirt durch kätzchen — oder kolbenartige Zusammenstellung von unterständigen nackten typisch sechszähligen Blüten und einer scheinbar gegliedert aufsteigenden (sympodialen) Axe, die daher scheinbar blattgegenständige Blütenstände erzeugt. Darin ist die monokotyle anomale Form der Aroideen in Verbindung mit der Wachstumsform der Gramineen in derselben Weise wiederholt, wie in den Campanulazeen der monokotyle zur Anomalie überschlagende Versuch die Einzelblüte oberständig durchzusetzen. Alle besonderen Erscheinungen, sowie die Gestaltung der ganzen Gruppe bestätigen diese Auffassung aufs vollkommenste. Ich erwähne in Betreff letzterer hier nur, dass wie innerhalb der Piperazeen die Piperomazeen zu den Piperazeen im engeren Sinne sich gerade so stellen, wie bei den Aroideen die Orontiazeen zu den Aroideen im engeren Sinne, so neben den Piperazeen nur noch die beiden Familien der Saurureen, welche deutlich die Verbindung mit den Nyktagineen ausdrücken und bei denen sich das Vorkommen von scharf excentrischer Plazentation (bei Houttuynia) neben entschieden centraler — jene dreizählig, diese vierzählig — wiederfindet, und der Chlorantheen, welche durch baumför-

miges Wachstum und vollkommene Samenbildung (ohne Endosperm und Perisperm, das die Piperazeen charakterisirt) die Richtung auf die in den Cupuliferen sich durchsetzende Entwicklung ausprägen. Daraus erklärt sich dann auch die ganz eigentümliche Blüte, welche vollständig unterständig nackt und einsamig, wie bei den übrigen Piperinen, äusserlich scheinbar oberständig wird, indem das aus einer ganzen in der Mitte stehenden und zwei seitlich stehenden Antheren gebildete Staminodium den anfangs offenen Fruchtknoten von vorn her überragt, wobei man den breiten Träger als verwachsenes Konnektiv oder auch in der Weise wie bei den Primulazeen als Perigon, dem die Antheren angewachsen sind (die Entwicklung scheint darüber noch nicht zu entscheiden), betrachten mag. Ich kann hier nichts anderes erblicken, als eine neue eklatante Bestätigung des die Vorstufe gestaltenden unreifen Versuches auf Gewinnung der richtigen Auseinandersetzung der Momente, welche ebendeshalb in abnorme Bildungen ausschlägt und speziell als einen anderen Ausdruck desselben Gedankens, der in dem Umschlag des Campanulazeentypus zu der Form der Stylideen führt, hier aber mit besonderer Beziehung auf die Cupuliferen, welche in der monoezisch bleibenden Scheidung der oberständigen und unterständigen Blüte mit richtiger Stellung des centralen und des peripherischen Bestandteiles zu einander dikotyl (fünfzählig), indem sie das Individuum zu seinem vollen Rechte kommen lassen, auch die Gewinnung der vollendeten typischen Blütenform möglich machen, welche monokotyl dreizählig wohl erzwungen, aber noch nicht realisirt werden konnte. Oder sollte es weniger wissenschaftlich im ächten Sinne des Wortes sein, das den Fruchtknoten überragende aus drei Antheren, oder vielmehr aus einer ganzen und zwei halben bestehende Stamiodium der Chorantheen in dieser Weise ideal zu erklären, als sich mit Vermutungen und Voraussetzungen zu begnügen, die in der Beobachtung keinen Grund haben? — Dass die Lazistemeen von Eichler mit Unrecht hierhin gezogen werden, werde ich später zeigen. — Ich komme jetzt zu der unzweifelhaft eine eigene Familie für sich durch ihren ganz eigentümlichen Charakter repräsentirenden Gattung Thelygonum, die zwar von allen Botanikern mit der Gruppe in Beziehung gesetzt wird, die ich als die dikotyle Vorstufe bezeichne (wenn sie von Einigen zu den Urtizeen gerechnet wird, so hat das kaum einen anderen Sinn), die aber in ihren merkwürdigen Eigentümlichkeiten nur verstanden werden kann, wenn man sie als die den ganzen Grundgedanken dieser Gruppe aussprechende Anfangs- oder, wie man will, Schlussform derselben versteht. So erkläre ich zuerst die nur dieses eine Mal vorkommende Erscheinung des in der Weise gynobasischen Griffels, dass mit dem Griffel zugleich das ganze (oberständige verwachsenblätterige) Perigon von der Spitze auf den Grund zurückgedreht ist, sowie umgekehrt bei Chloranthus die unterständige Blüte scheinbar oberständig gemacht ist; eine Bewegung, die der gebogenen Keimlage, welche in dieser ganzen Region heimisch ist, entspricht. Gynobalische Griffel, die offenbar eine der normalen Stellung des Griffels, wie z. B. der bei den Primulazeen, direkt zuwiderlaufende Bildung sind, kommen in ausgezeichneter Weise sonst in der abschliessenden Entwicklung vor, namentlich bei den Rosazeen (Alchemilla, vor allen Chrysobalanus) und den Menispermen. Wenn sie sich hier in der Vorstufe, und wie ich demnach annehme, in der typischen Form der Vorstufe finden, und zwar in der überschlagenden Weise, dass das ganze Perigon in diese Verdrehung des

Griffels hineingezogen wird und dadurch aus einem oberständigen zu einem scheinbar unterständigen gemacht wird, so ist dadurch der ganze Gedanke der Vorstufe, die antizipirende Zusammenfassung der ganzen Entwicklung ausgedrückt. Und so verstehen wir alles andere an dieser absonderlichen Form. Thelygonum ist dikotyl und zwar in überschlagender Weise, indem nicht allein schon die Samenblätter laubartig sind und oft selbst Sprossen bilden, sondern auch die nächsten Blätter noch gegenständig sind und erst nach dem dritten oder vierten Paare in die spirale Stellung übergehen; eine Erscheinung, für die man vergebens eine theoretisch künstliche Erklärung sucht (nach Wydler soll der untere Teil der Axe monopodial, der obere sympodial sein), für die man aber nur an anderweitiges Vorkommen, z. B. bei Fagus und Impatiens, wo zu solcher Erklärung keine Veranlassung ist, zu denken braucht. Das Vorkommen bei Thelygonum drückt in ausgezeichneter Weise das der ganzen dikotylen Entwicklung zu Grunde liegende Gesetz aus, dass schon die ersten Blätter opponirt sind, d. i. die anfangende Blattentwicklung dem Dualismus unterliegt, und nun entweder nur mit Drehung um 90 $^{0}$, d. h. nach dem Gesetze, wonach das Hexaeder als Kubus die typische Krystallform bildet, in dieser Weise sich fortsetzt, wie beim Wachstum der Karyophylleen, oder wenn auf der Grundlage des überwundenen Dualismus eine neue und höhere Entwicklung des Individuums und dann auch der Blüte eingeleitet werden soll, die opponirte Blattstellung in die Spirale übergeht. Wie nun aber der untere Teil der Axe von Thelygonum an die Karyophylleen, so erinnert der obere, wenn wir ihn recht verstehen, an die Cupuliferen, und so ist es gewiss interessant, dass sich gerade bei Fagus der Anklang an das Verhalten von Thelygonum findet. Das erste einzelstehende Blatt von Thelygonum stellt sich genau um 90 $^{0}$ gedreht zum letzten opponirten Paare, und die andern folgen dann mit $^1/_4$Stellung, die an dem vierseitigen Stengel in der Weise ausgedrückt ist, dass selbst die immer dem Blatte folgende Behaarung nach diesem Gesetze wechselt. Die Wendung der Spirale ist bald rechts, bald links, sowie auch die Seitensprossen der Hauptaxe bald gleichläufig, bald gegenläufig sind ohne Regel, wodurch nach meiner Meinung das Maass des Gewichtes ausgedrückt ist, welches bei der Pflanzenentwicklung auf diese Verhältnisse gelegt ist. Die opponirten Blätter haben Nebenblätter, welche sich zu einem Ringe um den Knoten zusammenschliessen, eine an die Polygoneen und weiter an den Schachtelhalm erinnernde Bildung. — Alles dieses ist noch einfach; verwickelt und schwierig aber wird die Sache, wenn wir nun die Verhältnisse der Blütenbildung zu dieser prägnanten Blattstellung ins Auge fassen. Zwar dass entschieden die weiblichen Blüten oder Blütenstände unten, die männlichen oben stehen, verstehen wir noch leicht nach dem, was wir bei den Aroideen gesehen haben, und wir werden dadurch nur von neuem hingewiesen auf die Bedeutung der bei den Cupuliferen typisch eingehaltenen umgekehrten, d. h. vom Gesichtspunkte der Einzelblüte aus normalen Stellung, dass nämlich die Cupuliferen nicht blos monoecisch sind, sondern auch die Staubblüten unterhalb der Stempelblüten stehen. Aber schwieriger für das Verständniss wird die Sache dadurch, dass zwar bei opponirten Blättern nur Stempelblüten, und umgekehrt Staubblüten nur in dem oberen Teil bei den einzelstehenden Blättern und dann immer so, dass sie (meist zu zweien) dem Blatte opponirt sind, dass aber in eben dieser Weise bei dem oder den ersten der

einzeln stehenden Blätter auch Stempelblüten vorkommen. Halten wir jedoch die gegebene ideale Auffassung fest, so werden wir eben hierin nur den Ausdruck für die Grundthatsache finden, dass sich dikotyl auf Grundlage des überwundenen Dualismus nur im Kampfe das Gleichgewicht zwischen dem durchgesetzten Individuum und der typischen Form der Blüte herstellt. Wem diese ideale Erklärung zu einfach scheint, der möge nun auch erwägen, zu welchen Unmöglichkeiten die versuchten künstlich-theoretischen Erklärungen führen. Denn wenn man mit Wydler, dem Eichler doch schliesslich beistimmt, den Uebergang des Monopodiums ins Sympodium annimmt, so müssten die Stempelblüten bei den einzelstehenden Blättern eine ganz andere Bedeutung haben als bei den opponirten; bei dem einen müssten sie die Hauptaxe, bei den andern Nebenaxen sein, was jedenfalls eine alle Theorie verwirrende Annahme ist, die Eichler auch durch die künstlichsten Voraussetzungen nicht zurechtstellen kann. Die Form der Stempelblüte, welche in einem zwei oder dreilippigen Perigon eine Mehrzahl von stark entwickelten Staubgefässen ohne Andeutung eines Stempels mit seitwärts öffnenden Antheren zeigt, entspricht der von mir gegebenen Auffassung vollständig, und der die ganze Blüte beherrschende gynobalische Griffel drückt unter diesen Verhältnissen in der That den Gedanken aus, dass wir in dieser Form die ganze Geschichte der dikotylen Entwicklung nach dem Grundgesetze der Cupuliferen und Karyophylleen in einem prophetischen Bilde zusammengepresst vor Augen haben. Wenn Eichler die Erklärung der Blüte dahingestellt sein lässt, als unzweifelhaft aber festhält, dass beide Geschlechter trotz ihres verschiedenen Aeusseren und Ursprungs aus einem hermaphroditen Grundplan hervorgegangen sind, so kann ich darin nur eine recht fühlbare Substitution der Blutsverwandtschaft für die ideale Auffassung erblicken. Die beiden nun noch übrigen Gruppen, die ich nach den Proteazeen und den Aristolochien bezeichne und von denen die eine die ausgleichende Entwicklung der umständigen Blüte, die andere die rückschreitende Entwicklung, beide in der der Vorstufe angemessenen Weise und daher die letztere mit spezieller Beziehung zu den Monokotylen vertreten, sind nach dem Grundprincipe der idealen Auffassung so zu verstehen, dass jede in derselben begründete Entwicklung auch ihren thatsächlichen Ausdruck finden muss, worin eben die Möglichkeit der Erkenntniss des idealen Grundgedankens aus der Beobachtung und anderseits der Kontrolle der idealen Auffassung durch die Beobachtung gegeben ist. Wenn ich hienach den Typus der Proteazeen, zu denen ich ausser dieser Familie die Thymeleen (Daphnoideen) Santalazeen und Eläagneen rechne, als die Vorbildung der ausgleichenden dikotylen Entwicklung mit umständiger Blüte und ebendeshalb auch mit einer näheren Beziehung zu der rückschreitenden Entwicklung der ganzen dikotylen Stufe, deren nächste Hauptform die Coniferen sind, den Typus der Aristolochien aber als die Vorbildung der rückschreitenden Entwicklung mit nächster Beziehung auf die Monokotylen betrachte, so habe ich auch hier mit einiger Polemik nur das wahr zu machen, was die bisherige Auffassung dieser Formen erstrebt hat, so aber, dass das Verständniss der hier wieder in ganz besonderer Weise auffallenden Formen eben erst durch die ideale Auffassung ermöglicht wird. —

Die Proteazeen schliessen sich durch die unterständige verwachsenblätterige Blüte, deren Staubgefässe der Röhre eingefügt sind, dem Typus

der Primulazeen an; sie unterscheiden sich von ihnen innerlich in der durch die Plumbagineen angedeuteten und durch die Chenopodeen und Amaranthazeen ausgeführten Weise, dass der Stempel auf eine Samenknospe reduzirt ist, welche aber bei ihnen nicht hängend, sondern im Grunde stehend ist, und dass die auch bei ihnen auf ein Perigon reduzirte Blütenhülle eine ausgesprochene Tendenz auf unregelmässige zwischen Labiaten und Papilionazeenform schwankende Gestaltung zeigt. Charakteristisch ist für sie dann ferner die Vierzahl der Staubblätter, welche dem Perigon nach den Arten in verschiedener Höhe vom tiefsten bis zum höchsten Stande eingefügt sind; strauchartiges bis kleinbaumartiges Wachstum, Mannigfaltigkeit der Blütenstände und der Blattformen von dem vielfach geteilten Blatte der Umbelliferen bis zu dem nadelförmigen Blatte der Coniferen. Zu den Proteazeen verhalten sich die Thymeleen so, dass sie den Zusammenhang der Primulazeen mit den Proteazeen herstellen und die bei den Thymeleen noch vorkommenden Andeutungen einer Krone in dem Perigon, welche Eichler nach der theoretisch-genetischen Methode an dem Zusammenhange irre machen, weil die Proteazeen nach ihm im Unterschiede von den Thymeleen ursprünglich apetal sein sollen, ist für mich nur ein Beweis des richtig erfassten Zusammenhanges. Die Proteazeen sind die Form, in der das Princip der Primelblüte, die Opposition der Staubblätter zu den Blumenblättern, in diesem seinem die gehemmte Blütenentwicklung ausdrückenden Charakter vierzählig mit den Lappen des Perigons gegenüberstehenden Staubgefässen dargestellt ist, so dass zugleich durch die ihnen charakteristische verschiedene Höhe der Einfügung der Staubgefässe in die Höhe des Perigons das Prinzip der umständigen Blüte angedeutet wird. Die Thymeleen vermitteln diesen Uebergang und wenn nun die Eläagneen, obwohl sie in derselben Richtung und zwar vierzählig sich entwickeln, doch die gesetzliche Alternation der Staubblätter zu den Perigonblättern wieder aufnehmen, so müssen wir beachten, dass sie ganz spezifisch charakterisirt sind durch eine eigentümliche Bildung in der Perigonröhre, welche den obwohl vollständig oberständigen Fruchtknoten doch äusserlich ganz und gar als einen unterständigen erscheinen lassen, wobei ich wiederholt bemerke, dass die Erklärung solcher sonderbaren Bildungen, an welche die jetzige wissenschaftliche Auffassung auch nicht von ferne denkt, gerade der Triumph der idealen Auffassung sind. Wie die Richtung des Keimes in der Samenknospe, welche bei den Eläagneen die gerade umgekehrte ist als bei den Thymeleen, diese ihre abschliessende Stellung in der durch den Typus der Proteazeen angezeigten Entwicklung ausdrückt, werde ich später genauer zeigen und bemerke hier noch, dass der Abschluss dieser Entwicklung in einer zu den normalen Verhältnissen der Staubgefässe zu den Blumenblättern erzwungen zurückkehrenden Form ganz im Charakter der Vorstufe begründet ist. Dasselbe ist dann auch von den Santalazeen zu sagen, welche sich in der Weise dem Typus der Proteazeen anschliessen, dass sie die andere Weise der unvollständigen Blüte, welche durch teilweise Verwachsung des Perigons mit dem Fruchtknoten zu Stande kommt, und welche schon bei den Primulazeen durch Samolus und bei den Myrsineen durch Meesia angedeutet ist, vertreten. Dass die Santalezeen in der Gattung Thesium parasitisch auftreten, entspricht ganz ihrer Stellung und der idealen Bedeutung des parasitischen Wachstums, welche wir im Fortschritt der Entwicklung genauer kennen lernen werden. — Wenn nun schon bei den

Proteazeen in ihrem Verhältnisse zu den Primulazeen die Vierzahl statt der Fünfzahl bei den Staubblättern in Verbindung mit der Verkümmerung der vollständigen regelmässigen Blüte zu einem unregelmässigen Perigon maassgebend ist, so tritt bei Asarum Aristolochia und Nepenthes, die ich mit ihren Nebengattungen unter dem Typus der Aristolochien als die rückschreitende Form der dikotylen Vorstufe auffasse, das Zahlenverhältniss in einer so prägnanten Weise hervor, dass man nur wie absichtlich den Sinn dieser auffallenden Gestaltungen nicht verstehen kann. Asarum hat einen unterständigen nach dem Lilientypus gebauten Fruchtknoten, zwölf Staubgefässe in zwei Kreisen, wovon der innere mit dem äusseren alternirt, dieser aber dem andeutend sechszähligen Perigon opponirt ist. Das ist das Schema einer oberständig regelmässig gedachten Lilienblüte, welche das Gesetz der Verdoppelung der Dreizahl in überschlagender Weise ($12 = 6 \times 2$) ausführt, d. h. die Darstellung des Gedankens, der die ganze monokotyle Blütengestaltung im Gegensatze der regelmässigen unterständigen und der anomalen oberständigen sechszähligen Blüte motivirt. Bei Heteroptera, welches sich von Asarum durch das nur halb oberständige Perigon unterscheidet, sind die 6 äusseren Antheren halb intrors, die 6 inneren extrors. Aristolochia hat ebenfalls den Lilientypus im unterständigen Fruchtknoten, schnürt aber den Narbenkörper zu einem Kopfe ab, um den sich ein ringförmig emporwachsender Diskus dicht anlegt als Träger der 6 Antheren, welche demselben mit dem Rücken angewachsen sind, so dass sie nur nach aussen sich öffnen und die Bestäubung nicht bewirken können; und das Ganze ist dann von einem andeutungsweise sechszähligen röhrenförmigen unregelmässigen lappigen Perigon umgeben, welches in seinem unteren Teile bauchig jenen Narbenkopf umgibt, so dass die (oberständige) Blüte auch äusserlich die Form einer unterständigen darstellt. Das ist der volle Ausdruck der Umkehrung der oberständig gedachten überschlagenden Lilienblüte, der in gelinderer Weise in Asarum schon ausgesprochen war. Und wenn nun in Nepenthes die Blüte so sich gestaltet, dass sie zugleich unvollständig und vierzählig wird, indem nicht bloss in der weiblichen Blüte der Fruchtknoten den Typus der Lilienblüte (aber in der Vierzahl) behauptet, sondern auch die männliche die vier Staubgefässe mit dem Rücken zu einem gemeinschaftlichen Körper verwachsen auf einen Stiel emporgehoben trägt, so dass man das Bild von Aristolochia vor Augen hat, so wird man ja von selbst darauf geführt, hier in frappanter Weise das Gesetz der Zerlegung als ein formgestaltendes Prinzip bestätigt zu sehen, welches dann ja eben wieder an dieser Stelle motivirt ist, wo es sich in der auf die Monokotylen zurückbiegenden rückschreitenden Entwicklung um den widersinnigen Versuch, um mich menschlich auszudrücken, handelt, der Differenzirung, welche die normale Gestaltung bedingt, zu entgehen, wobei ich noch die Analogie der Verhältnisse von Mirabilis zu Plantago zu dem von Aristolochia und Nepenthes in dieser Beziehung bemerke. Dass bei Nepenthes die Stempelblüte entschieden unterständig ist, so dass hier oberständige und unterständige Blüte zusammenstossen, also das Grundprinzip der Gestaltung der Blüte indifferent geworden und aufgehoben ist, ist nicht ein Einwurf, sondern die direkte Bestätigung der ganzen Auffassung. Die unvollständige (diözische) Blüte von Nepenthes, unterständig im weiblichen, ostensibel oberständig im männlichen Teile ist der gerade Gegensatz von dem die Cupuliferen charakterisirenden Verhältnisse. Die beson-

deren Wachstumsformen entsprechen in jeder Weise dieser Auffassung. Bei Asarum hat der gipfelständig mit einer Blüte abschliessende Spross drei oder vier alternirende Niederblätter, deren erstes nach Weise der Monokotylen gegen die Abstammungsaxe fällt und auf welche dann oben zwei unächt gegenständige Blätter folgen, die zwischen sich die hängende schmutzige Blüte tragen. Aristolochia hat gramineenartig eine gegliederte, kletternde und windende Axe und ein ins monströse gehendes lappiges Perigon.

Bei Nepenthes haben wir noch die Kanne zu berücksichtigen, eine blattartige hohle Bildung, wie sie auch sonst bei Blättern, namentlich Kronen- oder Perigonblättern, bei Staubblättern, selbst einigermaassen beim Pistille vorkommen (Narbe bei Viola), die uns aber hier in einer ganz merkwürdigen Ausbildung, sogar mit einem Deckel als Anhängsel und zwar recht ausdrücklich als Anhängsel an der Spitze des lang ausgezogenen gramineenartigen Blattes erscheint. In diesem letzten Umstande liegt nun zunächst die Abweisung jedes Versuches diese Bildung auf dem gewöhnlichen wissenschaftlichen theoretisch-genetischen Wege zu erklären, da die Beobachtung weiter nicht führt, als dass wir in dem Kruge eine Aushöhlung der rankenartig auswachsenden Blattscheide an ihrer Spitze erblicken, zu der dann die verkümmerte Lamina den Deckel bildet. Wollen wir uns hier nicht mit dem teleologischen Aberglauben der darwinistischen Auffassung, welche sich allerdings mit einem gewaltigen Scheine der neuen Theorie der tierfressenden Pflanzen hingibt, aber auch nicht mit der noch bequemeren Rede vom Naturspiel begnügen, so bleibt kein anderer Weg des Verständnisses als die ideale Auffassung, und ganz aussichtslos scheint diese auch in diesem schwierigen Falle doch nicht zu sein. Halten wir die Stelle, die nach meiner Auffassung die Aristolochien als die auf die Monokotylen zurückweisende Rückschrittsform der dikotylen Vorstufe einnehmen, im Auge und bemerken wir die dann im Umkreis von Nepenthes liegenden besonderen Bildungen, die rankenartig auslaufenden Blätter oder Blattscheiden der Flagellarien, die ausgebauchte Oberlippe von Cypripedium, das fünfte verkümmerte und oft gegliedert angefügte Kronenblatt der Stylideen und verbinden dieses alles mit dem Gedanken an die unterdrückte Tendenz und die darauf beruhende groteske Entwicklung sowohl im Wachstum als in der Blüte, welche bei Aristolochia, der Nepenthes als zerlegende Form gegenübersteht, in so mächtiger Weise auftritt, so scheint es doch nicht unmöglich, auch diese monströse Form aus dem Zwange der idealen Auffassung gewissermaassen hervorwachsen zu sehen. Die Kanne bei Nepenthes nimmt unser Erstaunen mehr in Anspruch als die ausgebauchte Oberlippe von Cypripedium, zunächst weil wir sie an dieser Stelle als Blattanhängsel sehen; wenn wir das ganze Vorkommen ähnlicher Bildungen überschauen, werden wir vielleicht das Wunder vollständig verstehen; und wenn wir dann das ganze Verhältniss des Tierorganismus zum Pflanzenorganismus erfasst haben, wird uns auch der Gedanke an tierfressende Pflanzen den abergläubischen Anstrich verlieren. —

## Die Hauptentwicklung,

Gehen wir nun von der Vorstufe zu der dikotylen Hauptentwicklung über, so führen uns die Primulazeen zu den Karyophylleen (Centrosper-

men) als die Grundform der unterständigen, typischen Blütenentwicklung, die Campanulazeen als oberständig blühende zu den Compositen, und die Campanulazeen in Verbindung mit den Piperazeen zu den Cupuliferen, in denen dann als in der Stempelblüte oberständig, in der Staubblüte unterständig blühenden die reine Darstellung des Individuums in der vollendeten Baumform so erreicht wird, dass in der Zerlegung der Blüte doch die Beziehung des Individuums zur typischen Blütenform ausgedrückt ist. Von der Vorstufe führt parallel den Compositen eine Entwicklungsreihe mit unterständiger Blüte, die von ihrem Anfangs- oder Endpunkte als die Gruppe der Urtizeen oder Ulmazeen bezeichnet werden mag, direkt zu den Cupuliferen, welche Gruppe ich mit Beziehung auf die überwiegende Bedeutung einerseits der Moose und anderseits der Cupuliferen nach der idealen Auffassung der Pflanzenentwicklung eben so als die Vorstufe der Cupuliferen insbesondere bezeichnen kann, wie ich die Pottiazeen als die besondere Vorstufe der Polytrycheen als der typischen Moosform bezeichnet habe, gegenüber den kleistokarpischen Moosen als der allgemeinen Vorstufe. Zwischen die Vorstufe aber und die Compositen schiebt sich in der Richtung auf die Cupuliferen als Fortsetzung und Endpunkt des Gramineentypus, der durch die Polygoneen in die Vorstufe eingreift, die Familie der Umbelliferen ein, als die einzige fünfzählig freiblätterig oberständig blühende, so dass wir hier an dem Scheidepunkte stehen, wo mit der Zerlegung der Blüte und der Trennung der Geschlechter nach dem Verhältnisse der Oberständigkeit oder Unterständigkeit in den Cupuliferen der reine Gegensatz zwischen der typischen Darstellung des Individuums und der typischen Darstellung der Blüte gewonnen wird. Die Umbelliferen haben als freiblätterig ebenso eine wesentliche Beziehung zu den Karyophylleen, wie als oberständig blühend zu den Compositen und insoweit zu den Cupuliferen, als diese in der Stempelblüte oberständig sind. Diese ganze Auseinandersetzung der Grundbegriffe vollzieht sich aber auf Grundlage des Blütenstandes, daher die Stellung der Umbelliferen und der Compositen, als der Hauptformen der entschieden oberständigen fünfzähligen Blüte zu den Cupuliferen und den Karyophylleen bestimmt und bedingt ist durch den Blütenstand, der hier als das ideale, die ganze Gestaltung tragende und beherrschende Moment erscheint. Bei den Umbelliferen ist die Einzelblüte wie bei den Gramineen charakteristisch als Element im Blütenstande behandelt in der Weise, dass der Blütenstand selbst schon, aber noch wie von ferne, von der centralisirenden Richtung der Blütenidee ergriffen wird, was sich dann in den Compositen so durchsetzt, dass der Blütenstand geradezu in der täuschenden Form einer Einzelblüte erscheint. Ich werde demnach zuerst die oberständige Entwicklung und zwar die Familien der Umbelliferen und Compositen als deren Hauptrepräsentanten ins Auge fassen und dieses ihr Vorrecht den andern oberständigen dikotylen Formen gegenüber nachträglich rechtfertigen. Darauf werde ich die ganze typisch unterständige Blütenentwicklung darlegen mit Einschluss jener speziellen Vorstufe der Cupuliferen und endlich durch die umständige Entwicklung zu den Cupuliferen zurückkehren, die in solcher Weise schliesslich als der Centralpunkt, oder vielmehr als den Hauptbrennpunkt der ganzen Pflanzenentwicklung hervortreten sollen. —

## Die oberständige Blüte.

Die Umbelliferen, als die einzige Familie mit oberständiger freiblätteriger fünfzähliger Blüte, schliessen sich durch gegliederte Axe mit hohlen Internodien mit wechselständigen stark bescheideten Blättern, die aber in der Blattfläche die vielfach geteilte Form der Farne aufnehmen, ähnlich wie die Polygoneen im Wachstum unmittelbar an die Gramineen an. Sie zeigen aber im Blütenstande eine ganz feste und charakteristische Gestaltung, indem sie statt der halben Dolde bei den Gramineen die ganze und zwar typisch die zusammengesetzte Dolde haben, welche immer das Wachstum der Hauptaxe beschliesst, abgesehen davon, ob diese gipfelständig blüht oder nicht. Die Blütenstände im Ganzen und im Einzelnen sind entweder ohne ein Deckblatt, wie bei den Gramineen, oder mit einem Deckblatt, wodurch der Grad angezeigt ist, bis zu dem hier der Blütenstand das Aequivalent der Einzelblüte ist. Die einzelne Blüte nimmt im Fruchtknoten — und darin liegt der Hauptcharakter — die dikotyle Anfangsgrundzahl in ihre innerste Grundgestaltung auf in der charakteristischen Zweizahl der Karpelle, welche an der bei der Reife sich spaltenden Mittelsäule hängen, wie auch die Samenknospe in jedem Karpelle, so dass hier, ähnlich wie wir es bei dem gynobasischen Griffel bei Thelygonum sehen, die innere Gestaltung die äussere bestimmt. Die zwei Karpelle von je fünf Blättern, welche in ihrer fast vollständigen Verwachsung mit dem Fruchtknoten in den Hauptriefen der Frucht angezeigt sind, bilden gleichwohl nur einen einigen Fruchtknoten, wo den 10 Kelchblättern 5 Kronenblätter und 5 Staubblätter in alternirenden Kreisen entsprechen, was uns die Umbelliferenblüte genau an der Gleichgewichtslinie der Blütenentwicklung zeigt gegenüber den Karyophylleen, wo der verdoppelte Staubblätterkreis in so feiner Weise, wie wir schon gesehen haben, das Ueberschreiten nach Seiten der Blütenentwicklung leise anzeigt. Die Umbelliferenblüte würde die Zehnzahl äusserlich und innerlich, also die Verdoppelung der Fünf in allen Kreisen repräsentiren, wenn man die Andeutungen wahr halten wollte. Diese innere Beziehung der oberständigen Umbelliferen zu den unterständigen Karyophylleen als der dikotylen Normalblüte ist dann an den Umbelliferen ausgedrückt durch die ganz charakteristische epigynische Scheibe, eine Verbreiterung der beiden Griffelfüsse, welche den ganzen Fruchtknoten oben bedeckt und meistens in zehn Lappen gekerbt ist, mit denen dann die Kronen- und Staubblätter alterniren, so dass von oben gesehen der Schein einer unterständigen Blüte gewonnen wird, in etwas anderer Weise, wie wir diese Gestaltung bei dem Narbenkopfe von Aristolochia sehen. Die beiden Narben sind in dem mediangestellten Fruchtknoten charakteristisch von einander abgekehrt, die eine nach oben, die andere nach unten; die Antheren intrors, die Blumenblätter oft durch Umbiegung der Spitze scheinbar zweiteilig, wie sie bei der typischen Form der Karyophylleen wirklich zweispaltig sind, alles ein genauer Ausdruck der Stellung, die ich den Umbelliferen vindicire. Anderes übergehe ich vorläufig. Die Familie, welche der Behauptung, dass die Umbelliferen die einzige oberständig fünfzählig freiblätterig blühende Familie sind, scheinen kann zu widersprechen, die Araliazeen, welche sich bei fünfzähligem Fruchtknoten und einer etwas stärkeren Tendenz auf baumförmiges Wachstum im übrigen den Umbelliferen enge anschliessen, beweisen vielmehr

genauer gesehen die Richtigkeit meiner Auffassung in schlagender Weise, indem sie ganz entschieden in zwei Richtungen sich scheiden, von denen die eine, die Korneen, zwar die getrennten Blätter bewahrt, aber entschieden vierzählig wird, die andere, die Kaprifolien oder Lonizereen zwar zum Teil noch fünfzählig bleibt, aber immer verwachsene Kronenblätter hat. Die sich daran schliessenden ganz anomalen Formen der Phytokreneen, Bäume mit windendem Wachstum und einer ganz anomalen Holzbildung, welche sich mit unterständiger vierzähliger und dolden- oder kopfförmige Blütenstände bildender Blüte an die zur Unterständigkeit neigenden Araliazeen (wo Hedera ihr Vorbild ist) anschliessen und anderseits die entschieden oberständig und freiblätterig bleibenden, aber zum Parasitismus mit vollstem Dualismus im Wachstum und ganz anomalen Blütenständen übergehenden Lorantheen (es gehören dahin auch die Gattungen Phoradendron und Drendrophtora mit ihren an eine kryptogamische Thallusbildung erinnernden Blütenbildungen) prägen den idealen Widerspruch zwischen typischer Baumform und typischer Blütenform in prägnanter Weise aus. Die grosse Familie der Rubiazeen aber, welche den Dualismus im Fruchtknoten der Umbelliferen mit verwachsener Krone (wie die Lonizereen) verbindet, zeigt durch die Charakterform der Galiazeen, bei denen durch eine unächte Wirtelbildung der Blätter bei gegliederter Axe die Wachstumsform von Equisetum nachgeahmt wird, die rückschreitende Richtung dieser ganzen an die Umbelliferen sich anlegenden Entwicklung an. —

Die Compositen, die an Arten zahlreichste Familie des ganzen Pflanzenreiches, was allein schon auf die Bedeutung der ihrer Gestaltung zu Grunde liegenden Idee hinweist, ist bei sonstiger Unbestimmtheit aller Verhältnisse charakterisirt durch eine wie bei den Umbelliferen ganz feste Blütenstandsbildung, durch die Umwandlung des Köpfchens nämlich zu der Form des den Compositen und keiner anderen Familie (ausser andeutungsweise, wie wir gesehen haben, bei den Eriokauloneen) zukommenden Körbchens, d. h. der Zusammenstellung vieler Einzelblüten auf einem gemeinsamen verbreiterten Blütenboden, umgeben von Deckblättern in der Form eines Kelches zu der Form einer Einzelblüte. Dabei ist dann wohl zu beachten, dass die Blüten im Fruchtknoten ebenso charakteristisch eine Samenknospe haben, wie die Umbelliferen zwei, die rein oberständige Krone aber immer verwachsen ist. Die schwach symmetrische zwischen Regelmässigkeit und Unregelmässigkeit schwankende Form ist den Compositen mit den Umbelliferen gemeinsam. Die enge Verbindung der Staubblätter an den Beuteln und die Bildung der Commissuralnerven in der Krone ist der spezifische Ausdruck der auf die Darstellung der Einheit gerichteten Tendenz. Und in Verfolgung dieses Gedankens füge ich hier gleich hinzu, dass die Zuspitzung bei diesem ungeheuren Umfang der Compositen mit ihren 9—10 000 Arten in eine einzige typische Charakterform, nämlich unser bekanntes Taraxacum, mit so entschiedener Weise ausgesprochen ist, dass die Begründung dieser Form als der typischen Charakterform mir füglich als Musterbeispiel der Bedeutung der idealen Auffassung für die Methode der richtigen wissenschaftlichen Artbestimmung dienen kann. Halten wir nämlich die ältere Hauptabteilung der Compositen nach der charakteristischen Form der Krone als zungen- röhren- und lippenblütige fest, welche neben dieser charakteristischen Form der Blüte innerlich dadurch begründet ist, dass nur die zungenblütigen lauter vollstän-

dige Blüten haben, während bei den beiden anderen Abteilungen der Kampf zwischen blos männlichen oder blos weiblichen, oder gar ganz in den wesentlichen Teilen abortirenden Blüten (Scheinblüten) wesentlich gestaltend eingreift, und berücksichtigen wir dann ferner, dass in dem ganz reinen Blütenboden im Gegensatze zu dem entweder spreublätterigen oder grubigen (worin die Beziehung einerseits zu den Umbelliferen, anderseits zu den Urtizeen — Ficazeen — wie wir sehen werden, ausgedrückt ist) ein wesentliches Moment der typischen Darstellung enthalten ist, so ergibt sich mit voller Sicherheit zunächst der typische Kreis im engsten Sinne als der der zungenförmig blühenden Compositen mit ebenem und reinem Blütenboden und einer schirmförmigen, festen (nicht gebrechlichen) Haarkrone, wobei ich, was die schirmförmige Haarkrone angeht, an das früher Gesagte erinnern, dass auf der Spitze der Gestaltung ein ganz unbedeutendes Merkmal massgebend werden kann, das aber hier in ihrer idealen Bedeutung deutlich zu erkennen ist. In der schirmförmigen Gestaltung der Haarkrone, die am reinsten bei Taraxum auftritt, liegt die ideale Bedeutung offenbar in der inneren Beziehung der Compositen zu den Umbelliferen. Innerhalb dieses engsten Kreises ist dann Taraxum als die typische Form per eminentiam bezeichnet durch das ausgeprägte lilienartige Wachstum mit dem (relativ) centralen blattlosen hohlen Blütenschaft, der oben den einen Blütenstand mit seinem auf dem hohlen Schaft um so mehr hervortretenden Blütenboden trägt. — Von allen weiteren Reflexionen, welche sich hier aufdrängen, will ich an dieser Stelle nur den einen Umstand hervorheben, dass der Kampf zwischen der vollständigen und unvollständigen Blüte bei den Labiatifloren und den Tubulifloren nicht blos innerhalb der Körbchen in der mannigfachsten Weise auftritt, sondern auch bis zur Darstellung rein männlicher und rein weiblicher Körbchen kommt, dass aber auf das Vorkommen diözischer Körbchen kein besonderes Gewicht gelegt ist, während der einzige Fall momöcischer Körbchen bei den Ambrosiazeen eine ganz von allen anderen Compositen abweichende Gestaltung zeigt, welche einerseits an die Umbelliferen und anderseits an die Cupuliferen erinnert. Das weibliche Körbchen ist hier gipfelständig und besteht nur aus zwei nackten Blüten, welche durch eine Art Cupulabildung zu einem an die Umbelliferen erinnernden Samen verwachsen. Die männlichen Körbchen mit mehreren Blüten, deren Antheren kaum verbunden sind und ein Anzeichen des Stempels zeigen, stehen unterhalb des weiblichen Körbchens, also normal, wie bei den Cupuliferen. Als den Umbelliferen und Compositen gemeinsame Charakterzüge erwähne ich noch ausser der unvollkommenen unregelmässigen Blüte die schwache Neigung zu baumförmigem Wachstum, welche bei den Umbelliferen in dem gegliederten Stengel mit immer spiraler Blattstellung begründet ist, während die Compositen neben spiraler Blattstellung auch gegenständige Blätter, jedoch keine wirtelständige und keine Wasserform zeigen. Gemeinsam ist ferner wie auch mit den Gramineen der Kampf zwischen centrifugaler und centripetaler Richtung in den Blütenständen, der bis in die Einzelblüte (ob protogynisch oder protoandrisch) hineingeht. Bei den Compositen blühen die einzelnen Körbchen von aussen nach innen, die Körbchen im Verhältnisse zu einander hingegen von innen nach aussen. — Unmittelbar zu den Compositen stehen nur noch drei Familien, die alle eine durchaus erkennbare und durch die Auffassung postulirte Beziehung ausdrücken, nämlich die Ka-

lyceren, welche anerkannt die Beziehung der Compositen zu den Campanulazeen ausdrücken, die Dipsazeen, welcher mit Anschluss an die Labiatifloren unter den Compositen auf die (unterständigen) Labiaten hinweisen, und die Valerianeen, welche die regelmässige Blütenform bewahrend die verkümmernd rückschreitende Richtung der Compositenblüte darstellen und zwar so, dass sie uns wieder einen Beleg für das Gesetz der Zerlegung der Formen nach den Zahlen geben, ähnlich wie wir es bei den Plantagineen gesehen haben (wir finden bei den Valerianeen statt der typischen Fünfzahl vier, drei, zwei, ein Staubblatt, und zwar immer in der Stellung, dass wir die übrigen ideal ergänzen müssen). Diese beiden Familien haben dann noch ganz besondere Eigentümlichkeiten, die wir in ihrer Beziehung zu einander verstehen müssen. Die Dipsazeen nämlich, welche die Blüten noch nach Aehnlichkeit eines Körbchens zusammenstellen, haben nicht allein, wie teilweise auch noch die Valerianeen, eine Haarkrone nach Weise der Compositen, sondern auch einen höchst merkwürdig ausgebildeten Aussenkelch, der an die Malvaceen erinnert und uns, wie wir später sehen werden, an dieser Stelle verständlich wird, wenn wir die Labiaten und die Malvazeen als die Endpunkte der unterständigen Blüte verstanden haben werden. Da wir die Haarkrone selbst als anomal nachwachsenden Kelch nur als Ersatz für den in der oberständigen Blüte ganz unterdrückten Kelch in dem grossen Gleichgewichtskampfe zwischen Blüte und Individuum, worauf ich die ganze Gestaltung zurückführe, betrachten können, so ist der Aussenkelch bei den Dipsazeen neben der Haarkrone in ähnlicher Weise, wie die Krone bei der Polygamia frustanea, ein überschüssiges widersinniges Moment im Sinne der organischen Entwicklung, wobei es vollständig bestehen bleibt, dass gerade solche Momente einer ganz besonderen Ausgestaltung sich erfreuen. Bei den Valerianeen greift die Asymmetrie in die ihrer Hauptrichtung nach regelmässige Blüte zugleich mit der Zerlegung in der Zahl der Staubgefässe in der Weise ein, dass sie teilweise das Beispiel einer ganz unsymmetrischen Blüte (nur in anderer und etwas gelinderer Weise als bei Canna) darstellen und dabei zeigt sich ein ganz absonderliches Gebilde, welches wir in seiner Bedeutung vielleicht verständlich machen, wenn wir es im Gegensatze zu dem Aussenkelche bei den Dipsazeen als eine Innenkrone bezeichnen. —

Werfen wir noch einen Blick auf die übrigen dikotylen Formen mit oberständiger Blüte, so sind die Onagrarien, welche durch eine über den Fruchtknoten hinauswachsende Kelchröhre, die dann auf ihrem Rande neben den Kelchzipfeln frei die Kronen- und Staubblätter trägt, charakterisirt sind, dadurch deutlich als die überschlagende Form der oberständigen Entwicklung angezeigt, welche auf die umständige Entwicklung hinweisen und daher auch ungenau gewöhnlich mit dieser zusammengeworfen werden, so, als sollte die Blüte von Campanula in dieser Weise weitergebildet werden. Dass aber die überschlagende Form zugleich rückschreitenden Charakter hat, ist in der hier energisch geltend gemachten Vierzahl ausgesprochen, was dann den Onagrarien gegenüber in den Halorageen, Hippurideen, Trapazeen und Gunnerazeen nach den verschiedenen Richtungen hin ausgedrückt ist. — Die mächtigen Formen der Cakteen, Cukurbitazeen und Begoniazeen, welche hier noch zu behandeln wären, schiebe ich vorläufig zurück, weil sie uns erst nach der klaren Herausstellung des Gegensatzes der Cupuliferen und der Karyophylleen verständlich werden können. —

## Die unterständige Blüte.

Wenn wir die entschieden unterständig blühenden Dikotylen im Ganzen betrachten, so können wir noch zwei Gruppen unterscheiden, eine, in der die typische Blütenform noch gar nicht versucht wird und welche daher direkt von der Vorstufe zu den Cupuliferen geht, und die andere, die Hauptgruppe der durchgesetzten typischen Blütenform. — Die erste Gruppe kann dem Grundgedanken gemäss, insoweit die Blüte nun doch nicht durch eine innere typische Durchbildung, sondern durch äussere Zusammensetzung dem baumförmigen Wachstum gegenüber geltend gemacht werden soll, zu einer anomalen und monströsen Wiederholung dessen führen, was oberständig in den Compositen erreicht ist, und die überwiegende Mächtigkeit dieser Familie kann uns den Druck erklären, mit dem die ihr zu Grunde liegende Idee in die von der Vorstufe zu den Cupuliferen aufstrebende Richtung eingreift. Hiemit habe ich genau nur den Gedanken ausgesprochen, der in den Familien der Urticazeen mit den Cannabineen, der Fikazeen (Moreen) und Artokarpen und der Ulmazeen mit den Celtideen ausgeprägt. Die ganze Entwicklung der Blüte bleibt hier wesentlich auf der Grundlage einer Samenknospe, die in den Urticazeen als solche hervorgehoben und atrop, bei den Ulmazeen anatrop und hängend ist und in der mittleren Region der Fikazeen und Artokarpeen die Uebergänge zwischen diesen beiden Endpunkten zeigt. Um die Bedeutung dieser innersten Entwicklung richtig zu würdigen, hätte ich über die Cupuliferen, welche die anatrope Samenknospe aber als central angeheftet, also horizontal gestellt mit den Ulmazeen teilen, zu den Juglandeen hinübergreifen müssen, welche in der central aufrechten atropen und als solche hervorgehobenen Samenknospe wieder mit den Urticazeen übereinstimmen. Doch bleibt diese tiefere Betrachtung einem weiteren Gange vorbehalten. Hier sollte zunächst nur die äussere Gestaltung ins Auge gefasst werden, und da ist es klar, dass die krautartig wachsenden Urticazeen sich ebenso entschieden der Vorstufe anschliessen, wie die eine mächtige Baumform mit normaler Holzbildung darstellenden Ulmazeen an die Cupuliferen heranreichen, während die mittlere Region in den Fikazeen und Artokarpeen durch groteske Baumform mit unvollkommener Holzbildung und monströse Blütenstände charakterisirt ist. Dabei tritt dann ganz nach dem Gesetze der allgemeinsten Beziehungen, wonach wir die organische Gestaltung als Stoffgestaltung auffassen, ein geometrischer Gesichtspunkt gestaltend ein, indem der bei einer Dorstenia flache unregelmässig vierseitige Blütenboden entweder wie bei Ficus zu einer hohlen Kugelform sich zusammenballt oder wie bei Artocarpus eine solide Kugel bildet, die auf der Aussenseite die mehr oder weniger zu einer Masse verschmelzenden Blüten und Früchte trägt, zu welchen beiden Extremen die einfache Hauffrucht wie bei Morus die indifferente Mitte bildet. Wie alle Einzelheiten dieser Gestaltung zu der gegebenen Auffassung stimmen, kann ich hier nicht ausführen und erwähne nur, dass der bei einem Teile der Compositen grubige Blütenboden in dieser Beziehung zu den Fikazeen seine Erklärung findet und dass bei den Urticazeen die mannigfachsten Andeutungen zu diesen anomalen Bildungen vorkommen. Die Cannabineen schliessen sich in der Weise an die Urticazeen an, dass sie mit Aufgebung der aufrechtstehenden atropen Samenknospe das Widersinnige der ganzen

Richtung und daher die Unmöglichkeit der Durchführung zum Ausdruck bringen, was in der Gattung Cannabis durch die in die ganze Gestaltung des Individuums eingreifende Diözie (welche wir dann in etwas gemilderter Weise jenseits der Cupuliferen in den Salizineen als Familiencharakter wieder finden), bei Humulus durch das windende Wachstum bei opponirten Blättern und den an den Tannenzapfen erinnernden Fruchtstand, bei beiden aber durch die besondere Bildung der auf einem successiven Verschwinden der relativen Hauptaxe beruhenden Blütenstände angezeigt ist, was dann namentlich bei der männlichen Pflanze von Cannabis hervortritt, wo die ganze Pflanze von dieser Schwächung ergriffen wird. Dass auf dieses Verhältniss hier das Hauptgewicht gelegt ist, geht auch aus dem Umstande hervor, dass, wie Eichler bemerkt, diese beiden Gattungen in Betreff der Ausbildung des Mitteltriebes (der relativen Hauptaxe) beide Geschlechter in doppelter Weise im umgekehrten Verhältnisse stehen. Bei Humulus ist ♂ Mitteltrieb entwickelt, ♀ rudimentär; bei Cannabis ♂ rudimentär, ♀ entwickelt; gewiss ein interessanter Beitrag zum Verständnisse der Statik, die in der Blütenbildung sich vollzieht, wenn wir schon hier auf das bei den Cupuliferen Bemerkte zurückblicken, dass dort die ganze Ausbildung der Samenknospe erst ein Resultat der Bestäubung ist. — Zu den Ulmazeen stellen sich die Celtideen so, dass sie den Pomazeen (Rosazeen) ungefähr in der Weise sich annähern, wie von den Cupuliferen aus die Juglandeen den Tarebinthiazeen. Dass sich die Plataneen mehr an die Artokarpeen anschliessen, werden wir leicht verstehen. Die Ceratoophylleen (oder vielmehr die Gattung Ceratophyllum) werden von Eichler mit Unrecht, wie ich später zeigen werde, und auch nur aus Verzweiflung hierhin gestellt. —

Gehen wir jetzt zu der Hauptentwicklung der durchgesetzten typischen Blüte über, deren Grundform wir in den Karyophylleen erkannt haben, so können wir mit einer grossen Sicherheit die Durchführung des idealen Gedankens antreten. Zunächst ergeben sich vier Grundformen mit einer geradezu logischen Sicherheit, indem zu den Karyophylleen als Centrospermen die Violarien, welche durch excentrische (wandständige) Plazentation charakterisirt sind, den inneren, und die Ranunkulazeen, welche durch die Zusammenordnung vieler getrennter Karpelle auf der Spitze des Blütenstieles (der Axe) charakterisirt sind, den äusseren Gegensatz bilden, während die Malven, welche eine Mehrheit von einsamigen Karpellen um eine gemeinsame Mittelsäule zur Einheit verbinden, die logische Ausgleichung dieser Gegensätze darstellen. Es ist aber selbstverständlich, dass, da alle diese Formen typisch den in den Karyophylleen erreichten Typus der dikotylen Blüte (unterständig fünfzählig mit normaler Alternation der Kreise) bewahren, eine andere wesentliche Unterscheidung als nach der in diesen vier Grundformen erschöpften Möglichkeit der Plazentation nicht gegeben ist. Es kann, um nie den obersten Gesichtspunkt aus dem Auge zu verlieren, so wenig eine ausser diesen vier Grundformen und darüber hinaus liegende Möglichkeit der Plazentation geben, wie die typische Krystallform eine andere als der Cubus sein kann, weil der Raum dreidimensional ist. Die Realisirung dieser möglichen Fälle ist aber motivirt durch die in dem Begriffe des zusammengesetzten Individuums bedingte Vielheit der Samenknospen in der Bindung zu einem einheitlichen Fruchtknoten als Centralbestandteil der Blüte. Die eine Samenknospe als Axenspitze bildet eben nur

andeutend wie bei den Gramineen Polygoneen und Urticazeen oder verkümmernd rückschreitend, wie bei den Plumbagineen und sonst die Grundlage der Blütenentwicklung. Von da aus steht nur die Möglichkeit einer inneren (Karyophylleen) oder einer äusseren (Ranunkulazeen) Zusammenordnung vieler Samenknospen offen, wobei ich wohl zu bemerken bitte, dass ich physisch und nicht metaphysisch spreche. Innerlich nenne ich nur, wo wie bei den Karyophylleen die Samenknospen von einer gemeinsamen Blatthülle umfasst sind (also im weiteren Sinne alle synkarpischen Fruchtknoten), äusserlich, wo wie bei den Ranunkulazeen mehrere Karpelle (mit einer oder mehreren Samenknospen) zusammengeordnet sind (also im weiteren Sinne alle apokarpen Fruchtknoten). Dass nun der inneren Zusammenordnung einer Mehrheit von Samenknospen gegenüber, worin der Typus der dikotylen Blüte in den Karyophylleen erreicht ist, auch ihr Gegensatz in der excentrischen oder wandständigen Plazentation (in den Violarien) zum Ausdrucke kommt, beruht darauf, dass es in der Gestaltung in der Natur überhaupt keinen blos negativen Gegensatz gibt, sondern auch das negative Moment immer seinen positiven (realen) Ausdruck findet. Um aber zu verstehen, wie die so zur Geltung gekommenen Gegensätze in der Form der Malvazeen ihre richtige und einzig mögliche Ausgleichung finden, müssen wir auf den Grundbegriff der Blüte zurückgehen, wobei dann die vorhin angedeutete, wenn ich so sagen darf, prophetische Bedeutung der Laubmooskapsel in ihrer Beziehung zur phanerogamischen Blütenentwicklung und ihrer vollen Ausgestaltung auf der dikotylen Stufe zu ihrem Rechte kommt. Wir erinnern uns, dass die typisch vollendete Laubmooskapsel charakterisirt ist durch die Mittelsäule in ihrem Verhältnisse einerseits zu dem peripherischen Sporensack und anderseits zu der horizontalen Gliederung. Daraus können wir verstehen, dass erstens das Vorhandensein einer Centralsäule in der Blüte überhaupt, und zweitens der Grad, in welchem die Axe als Centralsäule in der Blüte sich durchsetzt, als der oberste Gesichtspunkt für die ganze Gestaltung der Blüte aufgestellt werden muss. Es sind aber die beiden Fragen in dem Gesichtspunkte unterschieden, weil nicht jede Centralsäule eine durchgesetzte Axe ist, sondern sich eine Centralsäule auch aus den im Innern verwachsenden Karpellrändern bilden kann. Ich unterscheide demnach zwischen einer ächten und einer scheinbaren Centralsäule; die ächte ist die durchgesetzte Axe, die unächte, die aus den verwachsenen Karpellrändern gebildete. Diese letztere liegt im allgemeinen genommen der synkarpischen Blütenbildung zu Grunde, so dass bei den Monokotylen selbst der Unterschied der oberständigen oder unterständigen Blüte darüber keinen Aufschluss gibt. Auch bei der typischen dikotylen Blüte ist dies augenblicklich ein Hauptgegenstand der Untersuchung, zu deren bis jetzt durchaus zweideutigen Resultaten die ideale Auffassung sich so stellt, dass sie auch hier ihres Zieles durchaus sicher ist. Ob, wie Calakowsky will, die centrale Plazenta bei den Karyophyllen nur aus den Karpellrändern enstanden ist, kann ich dahingestellt sein lassen, jedenfalls kann es sich, wie die Gattungen, wo die Axe noch ein wenig in den Fruchtknoten hineinragt (z. B. Otites) beweisen, nur um den Grad handeln, in dem wir hier eine ächte oder unächte — anfangende — Mittelsäule haben. Der Charakter der Violarien beruht natürlich auf der Verleugnung jeder Mittelsäule. Bei den Ranunkulazeen setzt sich die Axe durch, aber sie bildet bei ihnen keine Mittelsäule, weil hier die einheitliche Geschlossenheit des Frucht-

knotens aufgegeben ist, und begründet nur eben den polykarpischen und zwar aphanocyklischen Charakter, indem die in der Blüte sich noch durchsetzende Mittelsäule typich die Karpelle in der Spiralstellung trägt. Und so sehen wir, dass nur in der Weise der Malvazeen, wo die Axe als Centralsäule, welche wenigstens äusserlich die Karpelle concentrisch um sich sammelt, die Ausgleichung möglich war. Hiebei mag noch auf die Umbelliferen zurückgeblickt werden, bei denen ja auch die Axe als Mittelsäule durchgesetzt ist, aber so, dass sie dem Principe der Familie gemäss, unter das Gesetz der Dualität gestellt nur den sich spaltenden Träger der an den Hälften hängenden Karpelle bildet. Wenn man dann aber das vermissen wollte, dass das in der Mooskapsel Angedeutete auch selbst dikotyl gar nicht erreicht wird, so würde man vergessen haben, dass es sich ja endgültig bei der Pflanze um die Darstellung des reinen Gegensatzes der Idee des Individuums (in der sich durchsetzenden Hauptaxe) und der Idee der Blüte (welche die Sistirung des Spitzenwachstums verlangt) sich handelt, und daraus ergibt sich dann schliesslich, dass wir ohne die Beziehung der typischen Blütenentwicklung zu den Cupuliferen, als der typischen Entwicklung des Individuums beständig im Auge zu halten, diese gar nicht verstehen können, sowie auch die Cupuliferen wesentlich monöcisch sind mit typisch normaler Stellung der Staubblüten zu den Stempelblüten. Es ergibt sich anderseits auch die Antwort auf die Frage, weshalb es das gestaltende Princip nicht bei dem in den Karyophylleen erreichten einfachen Typus belasse, sondern in den Kampf der Gegensätze eingeht, der die ganze reiche Ausgestaltung der typischen Blütenform bedingt. Das Motiv ist kein anderes als dasjenige, was überhaupt der idealen Ausgestaltung der Blüte dem Individuum gegenüber zu Grunde liegt, dass nämlich gerade in der Pflanze, dem Tiere gegenüber der geschlechtliche Reproduktionsprozess, die Ueberwindung des in die Entwicklung des Individuums hereinbrechenden Dualismus, zur Grundlage einer idealen Gestaltung gemacht ist. Demnach ergibt sich als Gestaltungsprincip für diese Seite der Entwicklung die Potenzirung, resp. Verdoppelung (denn über die nächste Vervielfältigung geht nach allgemeinem Gesetz die Steigerung nicht hinaus) der Blüte, wie sie schon in dem zweiten Staminalkreis bei den Karyophylleen und in anderer Weise in der Mächtigkeit der Compositenblüte ausgedrückt ist. — Nach diesen Gesichtspunkten können wir nun die ganze reiche Entwicklung so verstehen, dass wir die Ausgestaltung der Blüte im Zusammenhange mit der Wachstumsform erfassen. Ich gebe zuerst die Uebersicht im Ganzen, um dann die bemerkenswertesten Einzelheiten hervorzuheben. Für die Karyophylleen ist etwa nur nachzutragen, dass die benagelten Kronenblätter mit der Nebenkrone bei den Sileneen, die ja allgemein auf das Gramineenblatt zurückgeführt wird, wie auch der ganze Wuchs an den Gramineentypus erinnert, dann auch wie ein Hineinrücken des Gramineenblattes in die dikotyle Blütenform bedeutet; ferner dass die dem gegenüberstehende tiefe Teilung der nicht benagelten Blumenblätter der Alsineen, in der so hergestellten scheinbaren Zehnzahl mit dem verdoppelten, aber scheinbar obdiplostemonischen Staubblätterwirtel im Einklang stehen und daher die diesen gegenüberstehende Verkümmerung bei den an die Alsineen sich anschliessenden Paronychien auch hier nach dem Gesetze der überschlagenden und der rückschreitenden Entwicklung und nicht nach der genetischen Methode als ein bloses Verschwinden zu ver-

stehen sind. Sonstige Unregelmässigkeiten, ausser etwa eine ganz schwache Neigung zu perigynischer Insertion bei Verbreiterung des Blütenbodens kommen nicht vor. — Bei den Violarien ist in der typischen Gattung Viola selbst ein deutlicher Gegensatz von regelmässiger Form in Verbindung mit baumförmig aufstrebendem Wachstum (Alsoideen) und unregelmässiger Blüte bei gestauchtem Wachstum (Violarien im engeren Sinne) ausgesprochen, welcher Kampf denn zu der merkwürdigen Form der Passifloreen führt, die besonders erklärt werden muss. Bei Viola selbst ist noch der immer dreizählige Fruchtknoten mit einem Griffel mit nach Primulazeenart kopfförmiger, aber monströs verbildeter Narbe zu vermerken. Dass die Violarien den Karyophylleen mit mehrfachem fadenförmigen Griffel gegenüber den einfachen Griffel mit kopfförmiger Narbe von den Primulazeen aufnehmen, steht im Gegensatze zu der excentrischen Plazentation und ist wie ein Akt der gewaltsam festgehaltenen Einheit, und eben das ist es, was die Verbildung der Narbe, die an die hohlen Formen erinnert, zuwege bringt. Das gerade Gegenteil stellen dann die Resedazeen mit offenem Fruchtknoten dar, sowie bei der Malesherbia drei Narben excentrisch auf dem Fruchtknoten stehen, was alles sich ganz in dem Gedanken des Kampfes zwischen der excentrischen Plazentation und der festgehaltenen Einheit des Fruchtknotens bewegt. — Die Blüte der Ranunculazeen ist typisch regelmässig und in der typischen Gattung Ranunculus durch ein kleines Schüppchen am Grunde bezeichnet, welches als Honigdrüse aufgefasst wird, aber in Wirklichkeit jedes Blütenblatt von Ranunculus als eine sterile zweilippige Blüte erscheinen lässt, im nächsten Anschluss an die Randblüten der Compositen in der Abteilung Polygamia frustranea, und dadurch eine weit ausgreifende Bedeutung bekommt, ähnlich wie das oberständige Perigon der Cupuliferen. Denn zunächst ist klar, dass der Typus der Ranunculazeen in anderer Weise dasselbe Princip ausdrückt wie die Compositen. Bei diesem sind viele typisch vollständige Blüten zu einer scheinbaren Einzelblüte auf einem scheibenförmigen Blütenboden, der im Wachstum gehemmten und verbreiterten Axe, zusammengestellt; bei Ranunculus stehen viele typisch einsamige Karpelle, deren jedes eine vollständige Blüte vertreten könnte, auf dem kegelförmigen Blütenboden, d. h. der noch nicht vollständig im Emporwachsen gehemmten Axe zusammen, was den aphanocyklischen Charakter begründet, da es typisch zum Begriffe der Blüte gehört, dass die Elemente wirtelförmig auf derselben Höhe geordnet sind. Dass dieses der Sinn der Sache ist, wird zunächst äusserlich schon dadurch angezeigt, dass die auf das Wasser angewiesenen Ranunceln (die Abteilung Batrachium) dieses Schüppchen nicht haben, zum Verständnisse dessen wir nur beachten müssen, dass die Ranunkelblüte, wie sie als die Steigerung der Blütenidee in der der Vermehrung der Karpelle entsprechenden Vermehrung der Staubblätter und die emporwachsende Axe (dem kegelförmigen Blütenboden) mit einander verbindend den ganzen Umfang der dikotylen Entwicklung umfasst, so auch namentlich die grossartige Wasserform der Nymphäen erzeugt, welche in dem engsten Kreise von Ranunculus durch die Abteilung Batrachium vorgebildet ist. Neben der typischen Form von Ranunculus, die ich zunächst im Auge behalte, stehen dann zwei Hauptrichtungen ihrer besonderen Gestaltung, einerseits die Richtung auf vollständige Abwerfung von Krone und Kelch, welche der charakteristischen Hinfälligkeit derselben bei Ranunculus entspricht, und

anderseits die Richtung auf röhrenförmige oder ausgebauchte Verbildung der Kronenblätter bei beibehaltener aktinomorpher Grundform, worin der Charakter der Kronenblätter von Ranunculus als einer zweilippigen Scheinblüte überschlagend zum Ausdruck kommt. Neben dieser den Ranunkulazeen eigentümlichen Bildung, die weder eine regelmässige noch eine unregelmässige Blüte im gewöhnlichen Sinne genannt werden kann, geht dann endlich die Ranunkelblüte auch zu der unregelmässigen Blüte im gewohnten Sinne (symmetrische Blüte) über (Aconitum, Delphinium). — Die Malvenblüte endlich ist fast ganz aktinomorph, hat aber dadurch eine ganz eigentümliche Bildung, dass sie, obgleich entschieden unterständig und freiblätterig, doch die Kronenblätter mit den Staubblättern unten zu einem Ringe verwachsen lässt und dann einerseits die Staubblätter teilt, so dass nur zweifächerige Antheren entstehen, anderseits aber zu dem eigentlichen Kelche, drei oder fünf verwachsende Hochblätter als sogenannten Aussenkelch aufnimmt. Es ist nun die Aufgabe aus dem aufgestellten Principe der Steigerung (Verdoppelung) der Blüte in Verbindung mit der Beziehung auf die Cupuliferen, d. h. der durchgesetzten Baumform, die ganze Mannigfaltigkeit dieser Gestaltung so zu erklären, dass die Einzelheiten der Erscheinung in ihrem inneren Zusammenhange erkannt werden, wobei ich mich auf das Auffallendste, aber auch Schwierigste, beschränken muss und darf. Die Karyophylleen gehen nach drei Richtungen in der Weiterbildung auseinander, in den Saxifrageen gehen sie zu der umständigen Blüte über, die später zur Besprechung kommt, in den Crassularien anticipiren sie den Typus der Ranunculazeen, in den Portulazeen mit ihrer Spitze in Mesembrianthemum den Typus der Violarien. Der direkte Gegensatz zur Baumform, die in einer schwachen Tendenz zu strauchförmiger Entwicklung nur eben angedeutet wird, ist in diesen Familien ausgesprochen in der anomalen Blattbildung, die in Sempervivum, welches in der Blüte bis zur Zwölfzahl (der Verdoppelung der monokotylen 6) fortschreitet, mit lilienförmigem Wachstum verbunden ist. Die besondere Bildung bei den Crassularien ist ein kleines Schüppchen zwischen den Karpellen des (immer verwachsenen) Fruchtknotens und den Staubblättern, dessen Sinn als Merkzeichen der verdoppelten Blüte in Sempervivum monanthes ausgesprochen ist, wo der Schüppchenwirtel förmlich zu einer Innenkrone auswächst. Damit hängt dann auch wohl die auffallende physiologische Erscheinung zusammen, dass gerade hier eine gewisse Unsicherheit in Betreff der Entwicklung der Organe zu Staubblättern oder zu Samenknospen auftritt. Noch deutlicher spricht Mesembrianthemum als Anticipation des Violarientypus, indem hier die nach dem Gesetze der Karyophylleen in der Anlage central gestellten Samenknospen in der Entwicklung des Fruchtknotens eine scheinbar excentrische Stellung einnehmen, woraus zugleich erhellt, wie unrichtig es ist, Mesembrianthemum blos der reichen Kronenentwicklung und der abnormen Blattbildung wegen mit den oberständigen Kakteen zusammenzustellen. Das Feinste der Entwicklung ist dabei ausser Acht geblieben. Bei den Violarien selbst stossen wir auf die hervorragende Form der Passifloreen, deren Zusammenhang mit den Violarien durch die den Typus noch einfach vertretenden Modezeen in ihrer Annäherung an die strauchförmig mit regelmässiger Blüte wachsenden Violarien (Alsoideen) so ausgesprochen ist, dass wir darin den Sinn dieser auffallenden Bildung, nämlich die widersinnige, d. h. der Grundidee zuwiderlaufende Tendenz auf

durchgesetzte Verdoppelung der typischen Blüte in Verbindung mit der Baumform ausgesprochen sehen. Dass aber die Passiflorenblüte in der That botanisch genommen ein so tiefe Geheimnisse verbergendes Gebilde ist, das lasse ich mir nicht nehmen, wenn nicht die Botaniker mir eine zweite Bildung aufweisen, wie das sogenannte Receptaculum von Passiflora, eine ringförmige Hülle, welche aus ihrem Saume dann die scheinbaren Kelch- und Kronenblätter, und dann den einfachen oder mehrfachen Wirtel zahlreicher Staminodien bildet; alles um eine scheinbar im höchsen Grade gesteigerte Blüte um die auf hohem Stiel sich emporhebende wirkliche Blüte, welche einen Fruchtknoten mit excentrisch gestellten Samenknospen, der zwar nicht dreifächerig ist, aber die Dreizähligkeit in den mächtigen drei Griffeln energisch ausspricht, und fünf Staubgefässe bildet, die aufliegende Antheren haben, die nach innen geöffnet sind, aber zur Zeit der Reife energisch nach aussen sich umdrehen. Ich muss hier, um meine Auffassung namentlich auch gegen Eichler, der hier gar nichts Besonderes sieht, geltend zu machen, bemerken, dass der Begriff der ringförmigen Erhebung nach dem jetzigen Stande der Beobachtung in ganz anderer Weise ein Grundbegriff für die Entwicklung der Blüte geworden ist, als da man noch alle dahin einschlagenden Bildungen einfach aus später eintretender Verwachsung der ursprünglich getrennt angelegten Elemente erklärte. Wir müssen, um die Sache ganz zu erfassen, auf die der ganzen Blütenentwicklung vorbildend zu Grunde gelegte Bildung der Mooskapsel zurückgehen; doch bleibt dieses der Schlussbetrachtung vorbehalten. Für jetzt genügt es, zu bemerken, dass die Frage, inwieweit eine ringförmige Bildung wirklich aus verwachsenen Blättern besteht oder vielmehr nur die Durchführung einer ursprünglichen Anlage ist, in vielen Fällen auch durch die genaueste Beobachtung noch nicht konstatirt werden kann, dass aber dadurch der idealen Auffassung, die principiell, wie wir nun schon vielfach gesehen haben, nicht schlechthin in ihrem Rechte an die genetische Erklärung gebunden ist, vielmehr ihr oft principiell widerspricht, durch die in einzelnen Fällen noch nicht fest constatirte Beobachtung keinen Abbruch erleiden kann. Und demgemäss behaupte ich, dass ein Fall, wie bei Passiflora, wo auf einer unzweifelhaft und in eminenter Weise ringförmigen Erhebung die Blütenhüllen und die Staminodien stehen, die nun natürlich nur Scheinbildungen sein können, nicht vorkommt. Der einzige Fall, den man damit zusammenstellen könnte, wäre die überständige Bildung der Onagrarien, wo wirklich Kelchblätter Kronenblätter und Staubgefässe (nicht Staminodien) auf der den Fruchtknoten überragenden ringförmigen Erhebung, die man gewöhnlich als den verwachsenen unteren Teil des Kelches bezeichnet, stehen. Und diesen Fall lehne ich nicht ab, wenn man nur nicht übersehen will, dass die Onagrarien eben oberständig, Passiflora aber unterständig, und man kann sagen, in demselben Maasse überschlagend unterständig, wie jene überschlagend oberständig ist. Wenn man das nicht übersieht, so wird man den Grund erkennen, weshalb in dem einen Falle eine wirkliche, im andern nur eine Scheinbildung zu Stande kommt, und man wird verstehen, dass wir hier an einem Punkte stehen, wo wir in der Erkenntniss des grossen Gleichgewichtsgesetzes zwischen der Entwicklung der Idee des Individuums und der Idee der Blüte, welche das Princip der Gestaltung ist und die sich an dem Begriffe der oberständigen und unterständigen Blüte anlehnt, einen sehr festen Anhaltspunkt gewinnen. Die jetzige

Wissenschaft geht, ich darf es sagen, stumpfsinnig an diesen Punkt vorüber, weil sie das Princip der unterständigen und oberständigen Blüte nicht erkannt hat. Alle weiteren Einzelheiten greifen ergänzend in dieses ideale Verständniss der Passiflorenblüte ein. Gegenüber der bei Sempervivum versuchten Verdoppelung der Blüte nach der monokotylen Sechszahl ist bei Passiflora die scharfe Hervorhebung der Dreizahl im Fruchtknoten und in der Narbe, und der Fünfzahl im Staminodium zu bemerken, worin insoweit etwas Gesetzliches zur Erscheinung kommt, als im Allgemeinen auch bei den Dikotylen beim Kelche und dem damit harmonirenden Fruchtknoten die monokotyle Dreizahl das Herrschende ist. Auch darin, dass sich der Fruchtknoten nicht zu einer Kapsel, sondern abweichend von dem Violariencharakter zu einer Beere entwickelt, ist eine Sache von allgemeiner Bedeutung ausgesprochen, wobei wir uns hier vorläufig nur an Carica Papaja erinnern. In dem merkwürdigen Verhalten der Antheren, welche wie bei Tulipa aufliegend und intrors sind, dann aber zur Zeit der Reife widersinnig sich umdrehen; ferner in der centripetalen Entstehung der Staminodien und in der erst unmittelbar vor der Entfaltung der Blüte stattfindenden Streckung des Internodiums, welches die nach meiner Auffassung nackte Blüte emporhebt, haben wir insoweit etwas Gemeinsames, als darin in eklatanter Weise die unmittelbare Einwirkung der Idee in der Gestaltung zur Anschauung kommt. Der Aussenkelch ist das Wahrzeichen der Beziehung zu der Malvenblüte, der die Violarien in gerader Linie gegenüberstehen. Das schlingende Wachstum endlich bei handnervigen Blättern und mit Ranken, welche hier als ein Axillarspross, dessen grundständiger Seitenspross die Blüte ist, erkannt sind, erklärt nach meiner Auffassung das Verhältniss zum baumförmigen Wachstum, wie ich das später durch das Verhältniss zu den Cukurbitazeen noch genauer erläutern werde. Hienach wird es nicht zu kühn sein, in der Andeutung einer Cupulabildung bei den Samen der Passifloren eine Beziehung zu der Cupula bei Quercus zu erblicken. —

Wie es in der Sache begründet ist, dass der Typus der Ranunkelblüte in ganz anderer Weise als der der Violarien eine in die ganze dikotyle Entwicklung ausgreifende Bedeutung bekommt, ist oben erklärt worden. Fassen wir zunächst die Endpunkte ins Auge, so haben wir von der einen Seite die M a g n o l i a z e e n, welche die Ranunkelblüte mit mächtiger Baumform von unregelmässiger Holzbildung verknüpfen und die innere Beziehung der tannenzapfenförmigen Frucht, welche nur ein natürliches Ergebniss des aphanocyklischen Charakters ist, zu den Gymnospermen durch den vor der Reife aus den Karpellen heraustretenden Samen ankündigen, von der andern die N y m p h ä a z e e n, welche in noch grossartigerer Weise den Typus der Ranunkelblüte als Wasserform mit unächt synkarpen Fruchtknoten mit farnkrautartigem Wachstum verbinden, wobei, wie bei den Magnolien die Winteren mit wirtelig gestellten Karpellen, die Cabombeen mit noch freien Karpellen die nächste Verbindung mit den Ranunkulazeen herstellen, die dritte hierhin gehörende Familie aber, die Nelumbeen, den nur erzwungen synkarpischen Charakter der Nymphäen durch die Verbindung der getrennten Karpelle mittelst einer merkwürdigen Torusbildung ausdrücken. Hienach bedeutet der synkarpische Fruchtknoten der Nymphäen, bei dem die Samenknospen weder central noch excentrisch, sondern an den Seitenwänden der Fächer stehen, das Zurückgreifen des Ranunkeltypus auf den ächt einheitlichen Frucht-

knoten der Karyophylleen, was in ganz einfacher Weise innerhalb der Ranunkulazeen selbst schon in Nigella angedeutet ist, wie die ganze Wasserformbildung der Nymphäen in den im Wasser lebenden Ranunkeln, welche aber hier eine viel tiefer greifende Bedeutung gewinnt, die einer besonderen Besprechung bedarf. — Insofern auch in dem strauchförmigen Wachstum, als einer unentschiedenen Mitte zwischen einfach mit vollkommener Holzbildung durchgesetzter und sich zerteilender Entwicklung der Hauptaxe mit typisch zurückbleibender Holzbildung mit überwiegenderer Blütenbildung ein ideales Moment liegt, wie ich später an den Ribesien mit Beziehung auf die umständige Blüte zeigen werde, nimmt auch zu dieser der Typus der Ranunkelblüte seine Stellung in der Familie der Berberideen, die uns vorläufig besonders merkwürdig wird durch die klappig sich öffnenden Antheren, übrigens aber durch die sechszählige Blüte bei Berberis (bei der die oft fünfzählige Endblüte der Traube mit superponiten Elementen von Eichler richtig als eine nach dem Gesetze der monokotylen durchgesetzten dikotylen $^2/_5$Stellung erklärt wird) und ganz besondere Wachstumsformen (bei Podophyllum und Jeffersonia) eine ähnliche Rückbeziehung des Ranunkeltypus auf die monokotyle Stufe anzeigen, wie Magnolia auf die Cupuliferen und Gymnospermen, und Nymphaea auf die Farnkräuter. Gehen wir jetzt auf die Ranunkulazeen selbst zurück, so will ich hauptsächlich nur die besonderen Formen hervorheben, welche in Verbindung mit den vorhin angezeigten Richtungen der besonderen Ausgestaltung der Blüte durch ihre Wachstumsform (und zugleich, wie wir später sehen werden, durch die Keimlage) von besonderer Bedeutung für die Durchführung des Grundgedankens sind. Dahin gehören in der Richtung auf Abwerfung der Krone bei beibehaltener aktinomorpher Gestalt die Clematideen und die Anemoneen, die ersteren, charakterisirt durch kletterndes Wachstum bei gegenständigen zusammengesetzten Blättern, ähnlich wie bei Humulus, und vorherrschender Vierzahl zeigen genau das ganze Verhältniss des Ranunkeltypus zur durchgesetzten Baumform, was dann in den Magnolien einen eigenen Typus bildet. Die anderen weisen ebenso hin auf die in den Nymphäen durchgesetzte Richtung mit Zurückgreifen des Ranunkeltypus über die Monokotylen hinaus bis zu den Kryptogamen, wie typisch in der Form von Anemone, namentlich A. nemoralis, wo das (wie bei den Nymphäen nach Farnkrautart von hinten absterbende) Rhizom als Hauptaxe mit der Gipfelblüte sich zu einem einblütigen Schafte erhebt, an dem die Stempelblätter zu einem dreizähligen Wirtel wie zu einem Kelche (der bei A. hepatica bis unmittelbar unter das Perigon rückt) zusammenstehen, während das meistens sechszählige Perigon korollenartig wird, eine Form, die dikotyl bei den Ranunkulazeen vollständig der monokotylen Form von Paris unter den Liliazeen entspricht. Eine ähnliche Form bildet in der Richtung auf röhrig-lippige Ausbildung der Kronenblätter bei conservirter aktinomorpher Gestalt (Helleboreen) die Gattung Eranthis. Ihren Höhepunkt erreicht diese Richtung in Aquileja, wo uns dann besonders die aus dieser inneren Spannung hervorgehende Ausbildung der hohlen Formen bemerkbar ist, was sich dann in noch gesteigerter Weise in Aconitum (wo die Blumenblätter auf zwei reducirt sind) und in Delphinium mit der zygomorphen Gestaltung verbunden in interessanter Weise zeigt, auf die wir noch zurückkommen. — Wieder in ganz anderer, aber durchaus dem Charakter des Blütentypus entsprechender Weise greifen die Malvazeen in

die baumförmige Entwicklung ein. Die Malvazeen selbst nehmen eine mittlere Stellung ein mit typisch strauchförmigem Wachstum und handnervigen Blättern, machen dann in den Bombazeen mit riesenhaften Stämmen von unvollkommener Holzbildung einen ins Groteske ausschlagenden Versuch auf Verbindung des abschliessenden Blütentypus mit der Baumform (ähnlich wie Dracaena unter den baumförmigen Liliazeen), und schliessen sich in den Tiliazeen, welche durch sympodiales Wachstum bei mächtig entwickelter Baumform (indem jede Gipfelknospe abgestossen wird, und die Axe durch einen Seitenspross sich fortsetzt, womit dann anderseits ideal gefasst die Verwachsung des Blütenstandes mit dem Deckblatt zusammenhängt) gegen die Cupuliferen ab, was die den Tiliazeen nahestehenden Chlaenazeen dann noch besonders durch die Scheinbildung einer Cupula ausdrücken. Sehen wir nun hierin in ganz anderer Weise als bei dem Ranunkeltypus eine, wenn ich so sagen darf, bewusste innere Abgrenzung des Malvazeentypus gegen die Cupuliferen, so wird uns dies noch verständlicher durch die Sterkuliazeen und Büttnerazeen, in welchen der Malventypus zu ganz anomaler Verbildung der obdiplostemonischen Blüte mit introrsen Antheren und Opposition der Elemente nach der Weise der Stylideen Orchideen Skitamineen übergeht. Wenn hier demnach eine ganz ähnliche Bildung der Blüte wie bei den Passifloren (mit innerhalb der Blüte emporwachsender Axe) auftritt, nur nicht mit einem so energischen Ausdrucke der Verdoppelung der Blüte, so hebe ich das besonders hervor, um die innere Beziehung des Malventypus zum Violarientypus aufzuweisen, wodurch die im Schema für die Anschauung dargestellte Kreuzform der vier Grundtypen im idealen Sinne eine Bedeutung für die Gestaltung bekommt, die uns dann im weiteren Verständniss der Gestaltung mächtig fördern wird. Es ist nicht zufällig, dass die Karyophylleen den Ranunkulazeen in senkrechter und die Malvazeen den Violarien in horizontaler Richtung gegenüberstehen. Diese Formen drücken so den inneren Gegensatz der möglichen Entwicklung aus, den die Violarien in seinem Extreme vertreten und die Malvazeen zur möglichen Ausgleichung bringen, indem sie das äussere Princip der Steigerung der Blüte durch Vervielfältigung der Karpelle und Staubblätter, wodurch die Ranunkeln den Karyophylleen gegenüberstehen, in der Bindung der vielen Karpelle an der durchgesetzten Mittelsäule überwinden. Verbinden wir dann mit diesem inneren Verhältnisse der vier Grundtypen nach dem allgemeinen Gestaltungsgesetz die Tendenz auf reale Darstellung der Ausgleichung der sich differenzirenden Formen, welche, weil auf der Differenzirung der Formen nach den Verhältnissen der Urform die normale und voranschreitende Entwicklung beruht, immer auch ein rückschreitendes nach Umständen anomales Moment in sich hat, was durch die Beziehung der Dikotylen zu den Monokotylen und Kryptogamen einen ganz bestimmten Charakter annimmt. Diesen komplizirten Verhältnissen entsprechen die komplizirten Formen, die erklärt werden sollen, wobei wir gleichwohl nirgends der ganz sicheren Führung entbehren. Ich greife nun, ehe ich an die Erklärung dieser schwierigsten Formen, wenigstens insoweit es für den Zweck des Ganzen nötig ist, gehe, noch auf den Malventypus mit der Bemerkung zurück, dass derselbe, sowie er am tiefsten in die baumförmige Entwicklung eindringt, so auch nach oben hin, d. h. in der Richtung auf den Ranunkeltypus, und nach unten, d. h. in der Richtung auf den Karyophylleentypus am weitesten ausgreift. Der

gemeinschaftliche Charakter dieser ganzen noch auf den Malventypus zurückführenden Entwicklung liegt in dem synkarpischen (meist dreizähligen) Fruchtknoten mit central an einer ächten oder auch unächten Mittelsäule gestellten Samenknospen und noch entschieden unterständiger Blüte. Zu der oberen Gruppe rechne ich ausser den Hyperizineen die von Eichler unter dem Namen der Terebinthiazeen und der Asculinen nach dem Merkmale eines intrastaminalen oder extrastaminalen mehr oder weniger vollkommenen ringförmigen Diskus zusammengefassten Familien, die im Grossen und Ganzen baumförmiges Wachstum zeigen und in den Gruppen der Acerineen Aesculineen und Terebinthiazeen sich in sehr erkennbarer später genauer zu bestimmender Weise gegen die Cupuliferen abschliessen, übrigens aber hier nicht näher behandelt werden sollen. Zu der unteren Gruppe rechne ich ausser den Gruinales Eichlers auch die Trikozzeen, die ja in den Euphorbiazeen ganz entschieden an die Malvazeen sich anschliessen, und gerade hier sind wir auf dem Gebiete, wo sich aus der Komplikation der Verhältnisse die schwierigsten Formen erklären, deren interessanteste ich nun noch in der Weise berühren will, dass ich von dem im Malvazeentypus Angedeuteten aus auf die anderen Typen zurückgehe. Um vom Aeussersten auszugehen, so können wir den ganzen Sinn dieses rückschreitenden Malventypus am besten verstehen, wenn wir von der richtig erklärten Blüte einer Euphorbia, ich will der Anschaulichkeit wegen die Euphorbia helioscopia nennen, ausgehen. Hier sehen wir eine Mehrheit von Staubblättern, welche je auf ein einziges Staubgefäss, das, wie man es auch genetisch erklären mag, jedenfalls durch seine Form die Bedeutung des Staubgefässes als eines Blattes verleugnet und äusserlich als Axenorgan erscheint, reduzirt sind, um einen nach Weise der Sterkuliazeen und Passifloren auf einen langen Stiel emporgehobenen (und hängenden) dreizähligen und dreisamigen Fruchtknoten durch ein sackartiges Perigon (Cyathium), welches auf seinem Rande thallusartige nichtsbedeutende und doch sehr merkwürdig ausgestaltete Auswüchse trägt, zu einer scheinbaren Blüte vereinigt. Das ist ein Versuch, in der richtigen Form einer typischen Einzelblüte den Gedanken durchzusetzen, den wir unterständig in der ganz formlosen Gestalt eines Blütenstandes von Dorstenia und oberständig durch die normale Form einer Einzelblüte bei den Compositen geregelt angezeigt sehen. In der Euphorbia sinkt die in der Malvenblüte in ihren Gegensätzen ausgeglichene typische dikotyle Blüte bis zu dem Punkte zurück, wo der Gleichgewichtskampf zwischen der typischen Entwicklung der Blüte und der typischen Entwicklung des Individuums an den Scheidepunkt, der durch das Verhältniss der Compositen zu den Urtizeen (Ficazeen) in ihrer Beziehung zu den Umbelliferen angezeigt ist, angekommen war. Nehmen wir nun hinzu, dass die Axe einer Euphorbia helioscopia (welche anomal selbst hypokotyle Blätter bringt) in ein Pentachasium Trichasium Dichasium sich teilt, so sehen wir hier das den Blütenstand der Umbelliferen gestaltende Princip unmittelbar in das Wachstum des Individuums eingreifen, und wir können uns eine solche Euphorbia als eine dikotyle Pflanze denken, in der das Wachstum des Individuums von dem den Blütenstand einer Umbellifere bildenden Principe ergriffen wird, ehe noch die Auseinandersetzung zwischen oberständiger und unterständiger Blüte und dadurch zwischen Blüte und Individuum, die das Princip der Dikotylen ist, erfolgt war, oder vielmehr, was hier entschieden richtiger ist, die auf diesen

Punkt zurückgeschraubt wird, wodurch dann nicht allein die monokotyle Dreizahl im Fruchtknoten, sondern auch die kryptogamischen Anklänge in dem Perianthium sich erklären. Was diese letzteren angeht, so will ich hier sofort an die so auffallende thallusartige Bildung des Blütenstandes von Pterisanthes erinnern unter den Sarmentazeen, die entschieden in diese Gruppe gehören und bei denen die Dreizahl in der auffallenden Normirung des Wachstums durch Triaden sich in Erinnerung bringt, wie in etwas anderer Weise bei den Nymphäazeen. Beim Stengel des Weinstockes ist die dem Blatte gegenüberstehende Ranke die auf die Seite geworfene Hauptaxe, so dass, weil jedesmal das dritte Blatt seiner Ranke gegenübersteht, hier ein das Sympodium und Monopodium verwischendes Wachstum zu Stande kommt wie bei Thelygonum. Bei den Nymphäen wechseln regelmässig zwei kurze mit einem langen Internodium, und die Blätter stehen in Abteilungen zu 3, so dass auf zwei Niederblätter ein Laubblatt folgt, dieses aber dem zweiten Niederblatt auf der Oberseite der Axe opponirt ist. Ich bemerke, dass diese so auffallende Normirung des ganzen Wachstums durch ein Zahlengesetz innerlich zusammenstimmt mit der Rückbeziehung bis auf die Kryptogamen hin. — Wenn man den Blütenstand bei Pterisanthes botanisch damit abfertigt, dass man ihn als ein Phyllodium und als eine Sonderbarkeit erklärt, so bemerke ich, dass die ganze Phyllodienbildung ein phanerogamisch und besonders dikotyl auf die Kryptogamen so zurückweisendes Moment ist, wie die Lebermoose den Laubmoosen gegenüber die klare Scheidung von Axe und Blatt im Thallus aufgeben. Daher haben wir auch in der Gattung Phyllanthus (mit sechszähliger Blüte) diese Phyllodienbildung als Gattungsmerkmal und bei Euphorbia steht unmittelbar neben dem in die Doldenform ausgehenden Wachstum die caktusartige Verbildung des Stammes. Ich greife aber hiemit aus der geradezu unerschöpflichen Mannigfaltigkeit der besonderen Bildungen im Wachstum und in den Blütenständen nur diese Einzelheiten heraus, ähnlich wie ich es bei den Urticazeen gethan habe, mit denen die Euphorbiazeen der Stellung gemäss sich nahe berühren. Dabei ist aber die innere Blütenbildung sehr fest, und auch in dem zur Scheinblüte umgebildeten Blütenstande nimmt die Stempelblüte immer die normale Centralstelle ein, wie auch bei Buxus in besonders hervorgehobener Weise die vier Staubblüten unter dem zur Stempelblüte umgewandelten Gipfel stehen. — Die Gruinales Eichlers, den Typus der Geraniazeen, verstehe ich als den auf die Grundform (der Karyophylleen) zurückgreifenden Malventypus. Desshalb sind sie charakterisirt als fünfzählig unterständig freiblätterig aktinomorph blühend, aber obdiplostemonisch, was entweder durch die Stellung des wirklich vorhandenen zweiten Staubblattwirtels oder, wenn nur einer vorhanden ist, durch die epipetale Stellung der Karpelle angezeigt ist; ferner durch den synkarpen Fruchtknoten mit hängenden epitropen Samenknospen, und endlich den gänzlichen Mangel von Diskusbildung in der Blüte, zu welchem letzteren Punkte ich bemerke, dass die Diskusbildung in der Blüte, die ungefähr, aber nicht ganz mit der ringförmigen Erhebung zusammenfällt, als indifferente Bildung in ähnlicher Weise wie die Phyllodienbildung beim Blatte, resp. bei der Axe, ein der reinen typischen Darstellung der Blütenidee widerstrebendes oder sie nur erzwungen ausdrückendes Moment ist. Es entspricht der Stellung, dass für die Terebinthiazeen mit der Richtung auf Baumform die Diskusbildung, für die Geraniazeen mit der Richtung auf die Karyo-

phylleen der Mangel der Diskusbildung charakteristisch ist. In den Geraniazeen selbst, welche die Karpelle noch ganz nach Malvenart an der überragenden Mittelsäule tragen, ist dieser Charakter rein und klar ausgedrückt, und es stimmen damit die nach Umbelliferenweise in das Wachstum des Individuums eingreifenden Blütenstände, welche dichasisch mit Wickeltendenz in eine auf zwei Blüten beschränkte Dolde enden, wobei die Seitenblüte, wie bei Tilia, nicht aus dem Vorblatte der Primanaxe, sondern erst aus einem über demselben stehenden Hochblatte hervorgeht, welches aber hier nicht die besondere Bildung bekommt, wie bei Tilia, d. h. Geranium steht von den Malven aus gesehen so weit in der Richtung auf die Karyophylleen, wie Tilia in der Richtung auf die Cupuliferen. Die besondere Bildung durch die Verwachsung des Blütenstandes mit dem fast thallusartigen Blatte wie bei Tilia hätte hier keinen Sinn. — Genau einen Schritt weiter in der Richtung auf die Karyophylleen gehen die auch noch in allen Kreisen wie die Geraniazeen fünfzähligen Linazeen, bei denen die Kronstamina verkümmern (wie die Karyophylleen die vorhandenen Kronstamina sich scheinbar obdiplostemonisch stellen), dagegen in dem vollständig synkarpischen fünffächerigen Fruchtknoten durch falsche von der Mittellinie der Karpide auswachsende Dissepimente Zehnteilung angedeutet wird. Und nun ist es gewiss interessant, ehe ich weiter gehe, hier die Limnantheen einzufügen, welche im übrigen nach dem Typus gebildet (nur auch dreizählig neben den fünfzähligen) dadurch abweichen, dass die Karpiden nicht epipetal, sondern mit den Kronenblättern wechselnd und die Samenknospen nicht hängend epitrop, sondern aufsteigend apotrop sind und welche nun in dem Verhalten des Staminodiums ganz mit den Karyophylleen übereinstimmen. Damit stimmt es nun vortrefflich, dass sie im Einsatz der Blüte mit den Primulazeen stimmen, was wir später würdigen werden, wie auch dass die Limnantheen nicht zwar oft Wasserpflanzen (wie Kallitriche bei den Euphorbiazeen), aber doch Sumpfpflanzen sind. — An die Lineen schliessen sich enge an die vier Familien der Balsamineen Tropeolazeen Oxalideen und Zygophylleen, welch letztere Eichler ohne Grund aus diesem Verbande herausreisst, indem er sie zu den Terebinthiazeen stellt, obwohl sie kein Anzeichen eines intrastemonalen Diskus haben. Das wäre gleichgültig, wenn sich nicht auch in solcher Unsicherheit die Folgen der Vernachlässigung des idealen Momentes zeigten, welche dann auch eine genügende Erklärung der hier auftretenden abweichenden Formen nicht mehr zulässt, welche aber hier als an dem innersten Punkte der sich kreuzenden Typen ihre besondere Bedeutung auch gerade in den vier Formen haben möchte. Sie ist aber in diesen Formen darin ausgesprochen, dass bei dem ersten Paare bei ausgebildeter Mittelsäule ganz unregelmässige Blüte, bei dem zweiten conservirte regelmässige Blüte bei schwindender Mittelsäule vorhanden ist. Die Verbildung der Blüte bei den Balsamineen und den Tropeolazeen hat zunächst das Gemeinsame in der besonderen Gestaltung des Kelches, indem bei beiden die Kelchblätter sehr ungleichmässig und zwar in jedem Falle das eine Kelchblatt zu einem Hohlsporne ausgebildet ist, jedoch in verschiedener Weise, bei Balsamina das vordere (nur scheinbar wegen Drehung das hintere), bei Tropeolum das hintere in der Weise, dass nicht allein auch die beiden nächsten Blätter an dieser Verbildung Teil nehmen, sondern auch die ganze Gestaltung der Blüte dadurch in Anspruch genommen wird, so dass der Kelch eine Röhre

bildet, der nicht allein die Kelchblätter, sondern auch die Kronenblätter und die Staubgefässe ganz so wie bei den (oberständigen) Onagrarien aufsitzen. Auch die immer freibleibenden Kronenblätter sind ungleichmässig ausgebildet, und zwar so, dass das obere dem verbildeten Kelchblatte entsprechende Paar stärker ausgebildet, die drei anderen stark verkümmert sind. Bei Balsamina ist die Sache umgekehrt. Alle Kelchblätter sind hinfällig, nur das eine untere ist verbildet, von den vier anderen das eine Paar schwächer, das andere nur spurweise vorhanden. Dahingegen ist das dem verbildeten Kelchblatte gegenüberstehende Kronenblatt das für sich stärker entwickelte, die vier anderen paarweise so verwachsen, dass je das eine nur wie ein Anhängsel am andern erscheint. Ich lege auf diese äussere Erscheinung für die Erklärung der Sache zunächst auch hier das Hauptgewicht und frage nun, welchen Weg des inneren Verständnisses mir die Zahlen weisen, und wenn ich dann finde, dass Balsamina fünf Staubgefässe hat, die ganz in der Weise wie bei Viola mit kurzem breitem Träger und verklebten Antheren dem Stempel sich anschliessen; dass hingegen Tropeolum in ganz auffallender Weise acht Staubgefässe hat, so ergibt sich mir das einfache Resultat, dass wir hier im innersten Bereiche der fünfzähligen Blütenbildung an einem Punkt stehen, wo die Spannung zwischen der überschlagend oberständigen und der überschlagend unterständigen Blüte auf die äussere Form gestaltend einwirkt, wobei ich wohl berücksichtige, dass so wenig Balsamina wandständige Samenknospen hat gleich Viola, als Tropeolum wirklich überständig ist gleich den Onagrarien; die ideale Auffassung soll eben auch erklären, wie der Schein in die Gestaltung hineinkommt. Ich bemerke dazu, dass meine Auffassung auf der Grundlage der von Röper gegebenen Erklärung der Blüte von Balsamina steht, nur dass ich mich mit den blossen Schwindekreisen der genetischen Theorie nicht befriedigt erklären kann, wodurch man sich die Zahlenverhältnisse zurecht zu legen sucht und dass ich mich durch solche Vorkommnisse, wie dass die beiden vermissten Kelchblättchen bei Balsamina bei einigen Arten dann und wann sich einstellen, und bei der nächstverwandten Gattung Hydrocera immer vorhanden sind, wobei man dann aber nicht übersehen sollte, dass bei Hydrocera auch die fünf Kronenblätter unverwachsen bleiben, in meiner idealen Auffassung nicht beirren lasse. Wenn Eichler die nach der Beobachtung (von Payer) frühere Entstehung des vorderen Kelchblattes (petl. 4) auch den beiden höchstens nur andeutungsweise vorhandenen (3 u. 5) aus der Neigung zum Schwinden bei diesen erklärt, so kann ich in einer solchen Methode nur eine petitio principii zu Gunsten der theoretischen Erklärung sehen. In der Wirklichkeit ist nicht eine Neigung zum Schwinden, sondern die Thatsache von nur abweichend gestellten und ungleich entwickelten Kelchblätter vorhanden, deren Ergänzung durch die beiden an der normalen Fünfzahl fehlenden entweder beständig, wie bei Hydrocera, oder sporadisch wie bei einigen Arten von Balsamina angedeutet ist. Ebenso urteile ich über die Schwierigkeiten, welche die Reduktion der 8 Staubblätter bei Tropeolum auf die zu erwartenden 10 den Botanikern macht und bemerke, dass T. pentaphyllum nicht blos die normale Zahl 5 hat, sondern nun auch zugleich durch die volle Verkümmerung der 3 vorderen Kronenblätter und die zur Beere ausgebildete Frucht sich unterscheidet. Man sieht also, dass auch in so zugespitzten Fällen, wie sie hier vorliegen, die ideale Auffassung nicht allein der

genetisch-theoretischen gewachsen, sondern, indem sie über diese hinaus alle Verhältnisse berücksichtigt, auch ein Verständniss der ganzen Erscheinung zu geben im Stande ist. Fassen wir sie jetzt zusammen. Wir haben zwei Blütenformen vor uns, in denen scheinbar oberständige und unterständige, verwachsene und freie, regelmässige und unregelmässige Blüte aus der in allen Wirteln fünfzähligen typischen Anlage durch Verschiebung der Teile und Verwirrung der Zahlen (man kann bei Balsamina aus der Art, wie die zwei fünfzähligen Wirtel verstellt und verbildet sind, sowohl zwei dreizählige Wirtel, als auch eine vierzählige Krone mit zweizähligem Kelch und vieles andere herauskonstruiren) durcheinandergeworfen sind und, wie wir so unterständig eine noch unbestimmte Form zweilippig symmetrischer Blüte entstehen sehen, so führt uns denn die weitere Bemerkung, dass bei den Oxalideen und Zygophylleen mit der nicht mehr entwickelten Mittelsäule die regelmässige Form konservirt wird, zum weiteren Verständniss der ganzen Wachstumsform dieser Gruppen. Bei den Oxalideen nämlich stossen wir auf den Fall, der die früher aufgestellte Behauptung, dass die Zwiebelbildung ein spezifisch monokotyler Charakter sei, scheint widerlegen zu können, worüber wir uns nun aber leicht zurechtfinden werden, da wir nun ja schon monokotyle Anklänge in dieser ganzen Region hinlänglich angetroffen haben. Es steht aber dieser annähernden Zwiebelbildung (die, wie hier bemerkt sein mag, im ganzen Bereich der dikotylen Blütenentwicklung vielfach durch Knollenbildung oder durch rübenartige Wurzelbildung ersetzt wird) bei solchen Formen, wie Oxalis polyphylla schon bei den Oxalideen selbst und noch viel mehr bei den Zygophylleen die entschiedene Tendenz auf baumförmiges oder wenigstens strauchförmiges Wachstum gegenüber mit zum Teil opponirten zusammengesetzten Blättern und anderen Eigentümlichkeiten, die wir in der höchsten Ausbildung bei den Papilionazeen wieder finden werden. So findet denn auch das windende Wachstum bei Tropeolum (durch die in der erzwungenen scheinbaren Oberständigkeit) angedeutete Beziehung auf die Cupuliferen ihre Erklärung, wogegen Balsamina, obwohl kleinbaumförmig wachsend, in der Holzbildung ganz zurückbleibt. Ich bemerke noch die schildförmigen Blätter bei Tropeolum und die Opposition der ersten Laubblätter bei Impatiens. Dass auch die mechanische Spannung, welche die reifen Samen aus der Frucht streut, in der idealen Auffassung noch ihre Erklärung findet, will ich vorläufig nur andeuten mit der Bemerkung, dass die aus der Spannung gelösten Karpelle entweder nach der Spitze oder nach dem Grunde zu sich zurückrollen. — Diese Formen des auf die Grundform (die Karyophyllen) zurückgreifenden Malventypus führen auch in den ganzen Bereich der die vier Grundtypen ausgleichenden Formen zurück, von denen ich die zwischen den Karyophylleen und Violarien liegenden vorläufig zu späterer gelegentlicher Erwähnung übergehe, um hier nur die zwischen dem Ranunkeltypus und den Violarien liegenden ihrer grossen Bedeutung wegen in etwas auszuführen, in denen wir dann auch zugleich auf die am tiefsten in die Ausgleichung des Ranunkeltypus mit den Karyophylleen zurückgreifende Form der Nymphäen hingewiessen werden. Das ist die von Eichler unter dem Namen der Rhoeades zusammengefasste Gruppe, deren Endpunkte nach Seiten der Violarien die den Resedazeen zunächststehenden Kapparideen, nach Seiten der Ranunceln die Papaverazeen sind und deren Hauptvertreter die mächtige Familie der Cruciferen ist. Ich will

nur diese letztere ausführen als Beispiel, wie sicher die ideale Auffassung das Einzelne erfasst. Die Cruciferenblüte zeigt uns einen Fruchtknoten aus zwei seitlichen Blättern, deren verwachsende Ränder die Plazenta bilden, die durch eine den ganzen Fruchtknoten der Länge nach in zwei gleiche Hälften teilende Haut mit einander verbunden sind und in je zwei Reihen gestellt die Samenknospen tragen. Dass die Samenknospen ausdrücklich der aus den verwachsenen Karpellrändern und nicht, wie der rein excentrischen Plazentation dem Mittelnerv der Karpelle zugeteilt sind, wird dadurch ausgedrückt, dass diese bei der Reife sich ablösen, während die Plazenten mit den Samen und der Zwischenhaut stehen bleiben, was das sogenannte Replum bildet. In dieser inneren Struktur des Fruchtknotens ist so exakt wie möglich die Ausgleichung der centralen und der excentrischen Plazentation ausgedrückt. Dabei ist es aber wesentlich, dass die Karpelle auf zwei reduzirt sind: wir erinnern uns sofort an die Umbelliferen, wo ja auch die dikotyle Zwei in den Fruchtknoten übertragen ist, aber dort bei je einsamigem Karpell und oberständiger Blüte, bei den Cruciferen bei vielsamigen Karpellen und unterständiger Krone, wo also die ganze unterständige Blütenentwicklung dazwischen liegt. Daher ist auch die Zwischenwand nicht wie bei den Umbelliferen die als Mittelsäule emporwachsende Axe, sondern eine nachträgliche Bildung, die keine reale, sondern nur eine symbolische Bedeutung hat. Mit dieser Bildung des Fruchtknotens hängt es zusammen, dass die den Plazenten fest aufliegenden Narben Commissuralnarben sind, deren ideale Bedeutung im Gegensatz zu den anticarpiden Narben uns gerade hier einleuchtend wird. — Von Diskusbildung ist in der Kruciferenblüte keine Spur; zunächst um den Stempel stellen sich median, also parallel mit den Narben und transversal zu den Karpellblättern zwei Paar Staubblätter, die aber, wie die Beobachtung ergeben hat, je aus einem Primordium entstanden sind; und dann, etwas tiefer und transversal zu dem oberen Paar zwei opponirte Staubblätter, so dass wir in der Anlage vier nach dem allgemeinen Gesetz der opponirten Blätter ins Kreuz gestellte Staubblätter haben, welche aber durch die Verdoppelung der beiden oberen auf 6 gebracht werden. Es folgen dann in richtiger Ordnung vier auf gleicher Höhe stehende Kronenblätter, welche also den vier oberen Staubblättern opponirt sind, und weiter vier Kelchblätter, von denen die zwei unteren und seitlich stehenden, die den seitlich gestellten kürzeren Staubgefässen entsprechen, nach unten hin ausgesackt sind. Alle peripherischen Teile sind dem Ranunkulazeencharakter gemäss hinfällig; die introrsen Antheren wenden sich beim Aufblühen nach aussen, wie bei Passiflora; die Samen ohne Eiweiss mit entwickelten Samenblättern in sehr verschiedener Lage. Die Blüten sind immer seitlich und stehen in normal deck- und vorblattlosen endständigen Trauben zusammen, welche normal von unten nach oben anfblühen. Folgen wir der Zahl der Staubblätter, die in der Anlage, wie der ganze Bau der Blüte durch die 4, resp. 2, bestimmt ist, aber durch besondere Bildung auf 6 gebracht wird, so haben wir den deutlichen Fingerzeig zum Verständnisse der Cruciferen als derjenigen Form, worin der Gegensatz des Ranunkulazeen- und Violarientypus so zur Ausgleichung kommt, dass er mit Zurückweisung auf die Umbelliferen unter das kryptogamisch-dikotyle Gesetz des Dualismus gestellt wird, aber in der erzwungenen 6 seine Beziehung zu den Monokotylen ausdrückt, in gebrochener Weise, was die verschiedene Entwicklung der

Staubblätter ausdrückt, wo die überwiegenden 4 inneren mit der energischen Entwicklung des Blütenstandes korrespondiren. — Was die anderen Formen der Gruppe angeht, so erwähne ich nur, dass die Kapparideen, bei denen das Gynophor an die Passifloren erinnert, etwa ebensoweit von den Umbelliferen aus nach den Violarien zu stehen, wie die Papaverazeen die ausgleichende Mitte überschreiten, indem sie, um die Ausgleichung von centraler und excentrischer Plazentation, ohne auf den Dualismus einzugehen, auszudrücken, radienförmig unächte Zwischenwände als Plazenten bilden, und diese mit der radienförmig aufliegenden Narbe so bedecken, dass sie die natürliche Funktion des horizontal sich ablösenden Deckels verhindern und der Fruchtknoten zur Entlassung seiner Samen auf partielle Destruktion durch Löcherbildung, wie bei den Campanulazeen und wie bei den kleistokarpischen Moosen — um immer an die Beziehung der ganzen Blütengestaltung zu der Mooskapsel zu erinnern — angewiesen ist. Dabei tragen sie dann in der ungeheuren Vermehrung der Staubgefässe, die hier nicht auf Dedoublement beruht, sondern ursprünglich und fortschreitend ist, und den grossen vier Kronenblättern, welche von den zwei Kelchblättern zerknittert eingefaltet umschlossen werden, um sie dann bei der raschen Entfaltung abzureissen und abzuwerfen, den Kampf des in seiner überschlagenden Entwicklung unter den Zwang des Dualismus gestellten Ranunkeltypus zur Schau, und als Bestätigung der richtigen Auffassung kommt der Umstand hinzu, dass die Papaverazeen einaxig sind, d. h. dass die Hauptaxe und zwar mit einer Blüte (nicht mit einem Blütenstande, wie bei den Cruciferen) zur Blüte kommt. Den Abschluss erhält das ganze Verständniss dieser Gruppe durch die Fumariazeen, die wie die Cruciferen die Blüte aus zweizähligen dekussirten Quirlen und die Plazenta aus den verwachsenen Karpellrändern bilden, die Primordien der beiden Staubblätter aber zu zwei Bündeln auswachsen lassen, deren jedes in seiner Mitte eine volle dithezische, an den Seiten nur eine halbe monothezische Anthere trägt, wodurch in anderer Weise dieselbe Beziehung ausgedrückt wird, wie bei den Cruciferen. Welche von den künstlichen Erklärungen dieses auffallenden Verhaltens die bessere sei, will ich nicht entscheiden (auch die von Eichler, der sich mit Unterdrückung eines oberen Wirtels und der Ausbildung von Nebenblättern zu Staubgefässen hilft, ist doch nur eine arge Künstelei); ich begnüge mich mit der wirklich beobachteten Entstehung des so eigentümlich gebauten Staminodiums aus je einem Primordium, indem ich dann mich mit dem idealen Hinweis beruhige und weiterhin nach Analogien suche, die ich zunächst schon in dem Fall von Chloranthus (s. p. 193) und weiter in den monothezischen Antheren der Malven finde. Hinzukommt dann, dass Hypoecum vier dithezische Staubgefässe und zugleich noch regelmässige Blüte hat, während die eigentlichen Fumariazeen entweder zwei oder auch nur ein Kronenblatt mit sackförmigen Sporen bilden, durch welch' letztere Bildung (bei Corydalis, Fumaria) der ganz einzig dastehende Fall einer quer-zygomorphen Blüte zu Stande kommt.

Die Papaverazeen führen uns nun zurück zu den Nymphäazeen, in denen wir das weiteste Ausgreifen des Ranunkeltypus nach unten hin in einer entschieden auf das Wasser angewiesenen Form mit farnkrautähnlichem Wachstum erkannten. Auch die Nymphäazeen tragen die Samenknospen auf wandständigen Plazenten, denen die strahlenförmig aufliegende Narbe entspricht, so dass wir, wenn wir uns zugleich an Butomus er-

innern, hier den Gegensatz der centralen und excentrischen Plazentation in ihrer weitesten Spannung ausgeglichen sehen. Bei beiden ist diese Bildung eine aus dem Ranunkeltypus erzwungene, wie die apokarpischen Formen beweisen, aber in verschiedener Weise. Die Papaverazeen haben typisch keine Mittelsäule, und nur scheinbar wird bei einigen eine solche durch die von aussen nach innen zu auswachsenden Plazenten hergestellt. Bei den Nymphäen ist eine starke Mittelsäule vorhanden, die aber, wie der Torus bei Nelumbium beweist, nicht die durchgesetzte Axe ist, sondern auf einer diskusartigen Verbildung der Axenspitze beruht, in der Weise, wie der Blütenboden der Compositen und die Mooskapsel (siehe p. 129) sich bildet. Diese verdickte Axenspitze bildet bei den Nymphäen einen zusammenhängenden Körper, dem die Fruchtblätter eingebettet sind, während bei Papaver der Fruchtknoten deutlich aus verwachsenen Blättern besteht, bei denen die Zwischenzellbildung nur nebenbei mitwirkt. Die Beziehung zu den Kryptogamen und speziell zur Mooskapsel tritt bei den Papaverazeen ebenso deutlich hervor, wie bei den Nymphäen. Setzen die Nymphäen scheinbar die Mittelsäule durch, so erinnere ich bei den Papaverazeen an den Ansatz unter der Blüte, der bei Escholzia in dem Becherrande auswächst, von dem der Kelch rings abgeschnitten sich ablöst, so dass wir lebhaft an die Mütze einer Encalypta erinnert werden. Zu bemerken ist noch, dass sowohl bei Papaverazeen als bei Nymphäazeen trotz ihres freiblätterigen Ranunkelcharakters doch der Gegensatz von Unterständigkeit und Oberständigkeit künstlich verwischt wird und zwar in dem Maasse, wie die kryptogamische Beziehung stärker hervortritt: bei Escholzia wird die Insertion der Kronenblätter und Staubgefässe durch die becherförmige Bildung perigynisch, und bei den Nymphäen ist es die im Kelche (der in Betreff der Blattstellung fast unlösbare Räthsel bietet) vierzählige Nymphaea, welche die peripherischen Teile vermöge der erwähnten Diskusbildung bis nahe an die Narbe bringt. Bei den Nymphäen, besonders bei Nuphar, sehen wir wie sonst nirgends den allmäligen Uebergang von Kronenblättern zu Staubgefässen, und bei Papaver sind die Antheren teils intrors, teils extrors, ohne dass auf diese Unterscheidung hier Gewicht gelegt wäre. —

Diese Annäherung der Papaverazeen an die Nymphäazeen mag uns, indem sie die Ausgleichung des tiefsten Gegensatzes der centralen und excentrischen Plazentation, d. h. des in die innerste Blütenbildung eingedrungenen Grundgegensatzes vom Centralen und Peripherischen im Ranunkeltypus aufweist, auf den Grundgedanken der ganzen typischen dikotylen Blütenentwicklung zurückleiten. Mit den Malvazeen, die jene Ausgleichung so darstellen, dass zwar die centrale einheitliche Sammlung der vielen Karpelle um die als Griffel durchgesetzte Mittelsäule bewahrt, die äussere Darstellung dieser Einheit wie bei den Karyophylleen und Violarien aber aufgegeben und so der ganze Grundgedanke der vier Typen abgeschlossen ist, beginnt, wie wir sehen werden, eine neue Entwicklung in der unterständigen Blüte mit verwachsener Krone, die der freiblätterigen gegenüber als eine rückschreitende Entwicklung verstanden werden muss. — Als jenen Grundgedanken oder wenigstens als in ihm begründet dürfen wir nach den in der Entwicklung gelegenen Andeutungen die Spannung betrachten, die in der Steigerung der Blüte, die an und für sich ein monokotyles Moment ist, und in der, weil die einseitige Steigerung der Blüte der Entwicklung des Individuums gegenüber

ein über die Monokotylen hinaus rückschreitendes Moment einschliesst, die auf die Kryptogamen zurückgreifende Beziehung begründet ist, ein Verhältniss, welches uns z. B. in der Blüte von Papaver plastisch vor Augen gestellt wird. Wie die dikotyle Fünfzahl aus der Ineinanderschiebung der monokotylen Drei und der kryptogamischen Zwei entstanden ist, so sehen wir die ganze typische Blütengestaltung im Kampfe der dikotylen Fünf mit der monokotylen Drei und der kryptogamischen Zwei, resp. Vier vor sich gehen, so jedoch, dass wir diese Zahlen nicht etwa als das bestimmende Moment, sondern nur als das Wahrzeichen der realen Entwicklung, die durchaus auf dem Princip der Ausgleichung des Centralen und Peripherischen in der Blüte beruht, betrachten. Ich hebe aber diesen allgemeinen Gedanken schon hier hervor, um aus der ganzen Menge der hierhin gehörigen Formen, die hier nicht alle behandelt werden können, nur noch einige wenige als spezifischen Beweis der Leistungsfähigkeit der idealen Auffassung zu behandeln, zunächst die beiden ganz isolirt stehenden Gattungen Frankenia und Parnassia. Frankenia pulverulenta, die Eichler erklärt, ist eine Pflanze, die nach den Cotyledonen noch mehrere dekussirte Blattpaare bildet, wie Thelygonum, worin also, wenn wir an Fagus und Impatiens uns erinnern, wieder ein den ganzen Umfang der Entwicklung umspannendes Verhältniss sich zeigt, dann aber mit einem vierblätterigen Wirtel zu einem dichasischen Blütenstande übergeht, indem die Hauptaxe eine Gipfelblüte bildet, von den vier Blättern aber nur die zwei transversal gestellten Nebenaxen bilden, die dann in derselben Weise fortfahren. Das sterile Blattpaar des vierblätterigen Wirtels entsteht ein wenig später als das untere; alle aber stellen sich auf gleiche Höhe und bilden einen ringförmigen Saum, wie auch bei dem ähnlichen Fall der Rubiazeen vorkommt mit Erinnerung an den Blattring von Equisetum, denn auch in diesem Falle erscheint das Resultat und nicht die genetische Entstehung für das Verständniss bestimmend. Die Blüte ist in Kelch Krone und Staminodium fünfzählig genau wie eine Karyophylleenblüte, selbst mit einer sogenannten Nebenkrone, aber der Fruchtknoten dreizählig mit excentrischen Plazenten, die aber nicht aus der Mittelrippe, sondern aus den verwachsenen Rändern gebildet sind. Eichler verwirft hier mit Recht die künstlichen Erklärungen des Ueberganges von lauter fünfzähligen Wirteln zum dreizähligen Fruchtknoten, weil dies auch bei den Hypericizeen vorkomme und will deshalb Frankenia in diese stellen. Ich habe keine Not mit dieser Familienbestimmung, darf aber in einer Form wie dieser eine direkte Bestätigung meiner ganzen Auffassung finden, wie man nachdenkend leicht sehen wird. Ein ähnliches Interesse hat Parnassia. Auch hier haben wir einen Fruchtknoten mit unächt excentrischer Plazentation, aber vierzählig in der Weise, dass die Plazenten und die ihnen entsprechenden Commissuralnarben im orthogonalen, die Karpiden im diagonalen Kreuze stehen, Zunächst um den Fruchtknoten steht ein fünfzähliger Wirtel von Schuppen mit elf Wimpern mit kugeligen Drüsen (eine längere in der Mitte und die fünf an jeder Seite nach der Entfernung kürzer werdend), die, wenn man sie als verkümmerte Staubgefässbündel betrachtet, zu den wirklichen fünf Staubgefässen genau die Stellung einnehmen, wie das scheinbar obdiplostemonische Staminodium bei den Karyophylleen und das wirkliche bei den Lineen. Die Antheren sind extrors angeheftet, aber ein wenig nach innen sich wendend und in der Reihenfolge der quer zum Tragblatt ab-

steigenden Deckung von Kelch und Krone und deren Entstehung mit einer lebhaften Bewegung verstäubend. Die Insertion von Kelch und Krone ist schwach perigynisch. Die Blüte steht als Einzelblüte auf einem blattlosen Schafte, an den das eine der Vorblätter bis etwa zur Hälfte hinaufgewachsen ist, während das andere verkümmernd am Grunde bleibt. Das Deckblatt ist bei der Hauptblüte das oberste der nach $^2/_5$Stellung auf der gestauchten Axe zusammenstehenden Blätter; bei den Blüten der Nebenaxen steht das heraufwachsende Blatt in umgekehrter Ordnung zu der Hauptblüte. — Wenn ich nun auch hier von allen über den Bestand des wirklich Beobachteten hinausgehenden theoretischen Voraussetzungen absehe, so ergibt sich mir Folgendes. Die Wimperschuppen sind mir eine Hindeutung auf das Staminodium der Hyperizineen, in welchem mit einer deutlichen Rückbeziehung auf die Karyophylleen das in den Malvazeen ausgeführte Princip der einerseits vollständigen Vereinigung der Staubgefässe in ihrem Träger nach dem Begriffe der ringförmigen Bildung, der dann anderseits die Spaltung in den Antheren gegenübersteht, ausgeführt ist. In dieser Auffassung lasse ich mich nicht irre dadurch machen, dass in anderen Arten die Zahl der Wimper auf 7, 5, 3 bis auf eins, welches einem gewöhnlichen Staubgefässe ähnlich sieht (Parnassia tenella), reduzirt ist. Vielmehr erblicke ich darin nur den genauen Ausdruck für die Thatsache, dass die überschlagende Vermehrung der Staubblätter, wie sie den aphenocyklischen Charakter der Ranunkulazeen bedingt und in überschlagend widersinniger Weise in den Papaverazeen auftritt, in der typischen Blütengestaltung nicht intendirt ist, und wenn man das obdiplostemonische Verhalten dieser Wimperschuppen, sofern sie als Staubgefässe betrachtet werden, mit der höchsten Zahl von 11 Wimpern, wo die zweimal fünf seitlichen stufenweis abnehmen, ins Auge fasst, wird eine solche Deutung der nichtssagenden Schwindehypothese gegenüber, wodurch die thatsächlich nachträgliche Entstehung dieser Wimperschuppen theoretisch erklärt werden soll, wohl nicht zu unberechtigt erscheinen. Das Merkwürdigste bei Parnassia sind aber zweitens nicht diese Wimperschuppen, sondern die quer zum Tragblatte absteigende Deckung von Kelch und Krone, welche, wie Eichler richtig erklärt, eine Tendenz auf schräge Zygomorphie konstatirt, womit dann, wie weitere Analogieen uns zeigen werden, das besondere Verhalten der Vorblätter im Zusammenhange steht, und womit dann auch die leise Wendung in den Antheren, die an den Trägern extrors befestigt, mit den Thecä aber etwas nach innen gekehrt sind, stimmt. Die grosse innere Bedeutung, welche durch diese besonderen Verhältnisse diese einzelstehende in Wahrheit prophetische Form, bekommt, ist dann endlich in hervorgehobener Weise durch den einblütigen blattlosen Schaft auf dem im übrigen gestauchten und die Blätter nach $^2/_5$Stellung rosettenförmig tragenden Stamm ausgeprägt. Und darnach wird es denn schliesslich nicht zu kühn sein, auch den idealen Grund für die mechanische Bewegung der Staubgefässe aus der Spannung, die in den Blütenverhältnissen ausgesprochen ist, herzuleiten. Das wahrhaft Prophetische kann uns freilich erst bei der weiteren Ausführung verständlich werden. Eine weitere allgemeine Bemerknng will ich an die Gattung Sarrazenia knüpfen, die unzweifelhaft zum Ranunkeltypus gehört und bei der die krugförmige Blattbildung uns nun zum zweiten Male in ausgezeichneter Weise begegnet in der Weise, dass wir hier dem Verständnisse näher zu kommen glauben dürfen. Uebersehen wir zunächst

nicht, dass wir in dem ganzen Bereich des Ranunkeltypus eine Tendenz zu solchen hohlen Bildungen antreffen; bei den Nymphäazeen im Uebergange von schildförmigen Blättern zu hohlen bei den Cabombäen und Nelumbien, wo die Blätter ohne Scheide sind, bei Berberideen mit stark entwickelter Scheide; dann in der Blüte bei den Ranunkulazeen selbst, wo wir wieder zu beachten haben, dass sie sowohl bei den Kronenblättern als bei den Kelchblättern vorkommt, dann bei den Fumariazeen und einigermaassen auch bei den Kruciferen. Dass nun Sarrazenia mit demselben Rechte wie Papaver zum Ranunkeltypus gehört, ist wohl nicht zweifelhaft; sie mit Papaver selbst in nähere Beziehung zu setzen veranlasst mich der Ansatz unter der Blüte, die Höhlung in der Centralsäule und die schirmförmige Narbe, alles eigentümliche Charaktere, welche in der grotesken Weise, wie uns diese Pflanze überhaupt entgegentritt, das ideale Moment des Fruchtknotens von Papaver darstellen, wobei es dann in der Sache liegt, dass das, was den Familiencharakter der Papaverazeen begründet, nämlich die wirklich excentrische Plazentation nur in dieser scheinbaren, zugleich an die Nymphäazeen erinnernden Weise auftreten kann. Dass von den beiden nächststehenden Arten die eine, Darlingthonia, in allen Kreisen fünfzählig ist, und im Staminodium die Zahl $15 = 5 \times 3$ zeigt, die andere, Heliamphora, eine unvollkommene Blüte mit vierzähligem Perigon, kann mich nur in meiner Auffassung bestärken. Ist diese aber richtig, so können wir hier die schlauchförmigen Blätter, oder vielmehr Blattscheiden nach demselben Principe erklären, wie bei Nepenthes. Das ideale Motiv ist die Spannung, die durch die Rückbeziehung der Tendenz auf Steigerung der Blüte, welche den Charakter des Ranunkeltypus ausmacht, auf die kryptogamische Stufe einschliesst. — Hienach halte ich auch durchaus meine Meinung über die hieher gehörige Stellung der Gattung Cephalotus fest, welche die krugförmige Blattbildung in noch auffallenderer Weise zeigt als Sarrazenia. Die Blüte stellt mit 6 centralgestellten einsamigen Karpellen und 12 Staubgefässen, die durch einen mächtig entwickelten Torus, der an Nelumbium erinnert, von einander entfernt und von einem 6zähligen Perigon umgeben sind, den Ranunkeltypus unter dem Versuche einer Verdoppelung der monokotylen Sechszahl dar, wobei der mit schuppenförmigen Auswüchsen besetzte Blütenboden, wenn man die im ganzen Grundgedanken der Gestaltung begründete Beziehung der Ranunkulazeen zu den Compositen ins Auge fasst, eine solche Blüte als die unächte Nachäffung einer Compositenblüte erscheinen lässt. Dass auch die Triurideen, ganz kryptogamisch gebaute Pflanzen, mit einem Keime ohne Samenblätter, aber einer nach Ranunkeltypus gebauten Blüte, in diese auf die Kryptogamen zurückgreifende Entwicklung des Ranunkeltypus gehören, möchte nicht zweifelhaft sein. — Der hier gemachte Versuch, den sonderbaren Gestaltungen, in welchen die Natur selbst die Wissenschaft zu Spielereien zu berechtigen scheint, vom idealen Gesichtspunkte aus ein Verständniss abzugewinnen, möchte nun durch die weitere Bemerkung noch plausibler werden, dass die in der Gestaltung des ganzen Organismus liegende Spannung, welche ich als Motiv dieser Gestaltungen aufstelle, in demselben Maasse deutlicher ausgesprochen ist, als das Auffallende der Erscheinung zunimmt. Jene krugförmige Bildung wird nämlich noch überboten durch die ans Tierische grenzende Sensibilität und Bewegung, welche wir an den Blättern der Droserazeen wahrnehmen, und es ist

jedenfalls zunächst schon das zu vermerken, dass gerade Dionaea, bei der diese Erscheinung am allerauffallendsten hervortritt, den Sarrazenien so nahe steht, dass Eichler sie zu einer Familie rechnen möchte, und dass der Schlauch bei Aldovranda genau das in ruhender Lage darstellt, was Dionaea muscicapa in der Bewegung zeigt, wobei jedoch Eichler den wichtigen Umstand sich entgehen lässt, dass nämlich bei Sarrazenia die Hohlbildung am Blattstiel, bei den Droserazeen an der Blattfläche vor sich geht. Die Droserazeen behaupten unzweifelhaft ihre Stellung zu dem Violarientypus, und wenn sie in der Gattung Dionaea durch centrale Plazentation den zum Ranunkeltypus gehörenden Sarrazenien (Heliamphora) sich nähern, aber ebenso ausgesprochen auch den Karyophylleentypus in gesteigerter Weise darstellen, so ist das eben der Beweis, dass wir uns hier so recht an dem Kreuzpunkt der auseinandergehenden Richtungen befinden, der die in den Blättern bis zur scheinbar sensitiven Bewegung sich ausdrückende Spannung hervorbringt. — Ich gehe, um meinen Gedanken kurz auszudrücken, von dem nach Primulazeenweise bei Dionaea, speziell bei D. muscicapa gebildeten einfachen Griffel mit andeutend kugeliger Narbe aus, indem ich zugleich an die Verbildung derselben bei Viola zu einem hohlen Körper erinnere. Wie hier das Merkzeichen der überschlagenden Centralität, indem es der ausgesprochenen Excentrizität in der Plazentation gegenüber gewaltsam festgehalten werden soll, zu der hohlen Verbildung der Narbe führt, so geht bei den Droserazeen der Ansatz zu kopfförmiger Narbe in die mannigfachste Verzweigung über, die ein besonderes Merkmal der Droserazeen ist, und wie schon darin angedeutet ist, dass der gewaltsam durchgesetzten Centralität gegenüber nun gerade umgekehrt ebenso gewaltsam das peripherische Moment sich geltend macht, so tritt bei festgehaltener regelmässiger Blüte (mit extrorsen Antheren) das Moment der Blattbildung in überspannender Weise ein, und zwar so, dass gerade bei Dionaea mit rosettenförmig gestellten Blättern, nacktem Blütenschafte, centraler Plazentation und e i n e m Griffel die beiden Hälften der Blattspreite bis zu jener sensitiven Beweglichkeit kommen, die, soviel wir jetzt wissen, von keinem besonderen Zellmechanismus getragen, wohl aber mit einer messbaren elektrischen Wirkung verbunden ist, wobei noch das zu bemerken, dass es gerade jederseits die drei mittleren Wimpern des Blattrandes sind, an denen die Sensibilität am energischsten sich zeigt. Den weiteren Weg des Verständnisses zeigt Drosera, wo das entschieden farnkrautartige oder noch besser sphagnumartige Wachstum mit von unten absterbender Axe mit den sich umrollenden Blättern verbunden ist, und Aldovranda, welche es bei quirlförmig gestellten zerschlitzten Blättern als Wasserform nur bis zu dem geschlossenen Beutel an der Blattspitze bringt, während die zum strauchartigen Wachstum übergehenden Droserazeen weniger abweichende Blattformen in allen möglichen Mustern haben. Man muss eben alle diese Verhältnisse in ihrem Zusammenhange mit dem Grundgedanken im Auge behalten, um die in letzter Instanz für die Beobachtung mechanische Gestaltung und Bewegung aus der Idee als dem treibenden Motiv zu verstehen und dadurch vor den teleologischen und anderen Spielereien in der Wissenschaft bewahrt zu werden, wozu ich namentlich auch die Rede von den fleischfressenden Pflanzen rechne, so wenig ich die Beziehung zwischen Pflanze und Tier verkenne, die sich auch in solchen Einzelheiten offenbart. Vorab bleiben wir noch auf dem festeren botanischen

Boden der Blütenbildung, indem wir zu der anderen Hauptform der noch typisch unterständigen Blüte mit verwachsener Krone übergehen.

Dass wir nach der idealen Auffassung mit Berücksichtigung des Begriffes der sogenannten Verwachsung als ringförmiger Erhebung die unterständige Blüte mit verwachsener Krone als rückschreitende, speziell als rückschreitende Entwicklung innerhalb des Bereiches der typischen dikotylen Blütenentwicklung, betrachten müssen, versteht sich dem Grundgedanken gemäss von selbst. Wie die reine Ausgestaltung der typischen Blüte von den verwachsenblätterigen Primulazeen aus, wo sie noch durch die Opposition der Staubblätter zu den Kronenblättern gebunden ist, in der freiblätterigen Krone nach der logisch sich ergebenden Möglichkeit der innersten Ausgestaltung des centralen Teiles in den vier Grundtypen durchgeführt ist, so wird sie in der verwachsenen Krone mit normaler Stellung der Staubblätter von der im Malventypus erreichten Ausgleichung der vier Grundtypen aus zu den Primulazeen zurückgeführt. Das ist der einfache Gedanke, der diese ganze reiche Gestaltung in allen ihren Einzelheiten und Besonderheiten verständlich macht. Es liegt aber in der Natur der Sache, dass in dieser Entwicklung die allgemeinen Grundzüge weit mehr überwiegen, daher auch die Behandlung hier viel summarischer sein kann. Es gehören zunächst zu dieser Abteilung nur haplostemonische Blüten mit der Grundzahl 5. Die einzige diplostemonische Form mit verwachsener Krone sind die Erikazeen, die dann aber nicht blos entschieden obdiplostemonisch sind, sondern auch die Differenzirung nicht blos der freiblätterigen und verwachsenblätterigen, sondern auch der unterständigen und oberständigen Blüte als Gestaltungsprincip fahren lassen und daher einer ganz anderen Stellung angehören. Die Grundzahl 5 wird wohl, wie überall, so auch hier durch die 2, resp. 4 alterirt; charakteristisch aber ist, dass die monokotyle 3 in dieser Abteilung kaum irgendwie sich einmischt. Ferner steht diese ganze Abteilung der freiblätterigen unterständigen Blüte so gegenüber, dass das Princip der inneren und äusseren Aufhebung des einigen Fruchtknotens, auf welchem die vier Grundtypen beruhen, als gestaltendes Grundprincip bei der unterständigen verwachsenen Krone ganz aufgegeben ist oder wenigstens durchaus nur nebensächlich auftritt. Nicht blos apokarpische, sondern überhaupt mehr als zweifächerige Fruchtknoten und excentrische Plazentation kommen in dieser Abteilung nur scheinbar oder nur vereinzelt mit nachweisbarer besonderer Beziehung vor; die durchsetzende Form ist ein zweiteiliger (oder vierteiliger) Fruchtknoten mit central angehefteten Samenknospen. Hienach kann ich nun die Uebersicht dieser grossen Abteilung in kurzen Zügen so durchführen, dass ich im einzelnen nur das hervorhebe, was dem Gesagten scheint widersprechen zu können, oder was im Gegenteil eine besonders deutliche Bestätigung der Grundsätze der idealen Auffassung gibt. Der Entwicklungsgang der ganzen Gruppe ist ausgesprochen von der einen Seite durch die Familie der Polemoniazeen, mit noch mehrfächeriger Kapsel, welche durch die Nolanazeen mit den Malvazeen, die ja durch die Verwachsung der Kronenblätter mit dem Staminodium zu einem soliden Ringe schon das Princip der verwachsenblätterigen unterständigen Krone ankündigen, in unmittelbarer Beziehung stehen, und von der anderen Seite durch die Solaneen, deren Blüte sich nur durch die mit den Blumenblättern alternirenden Staubgefässe und den zweiteiligen Fruchtknoten von den Primulazeen unterscheidet.

Zwischen den Polemoniazeen und den Solaneen in der Mitte stehen die Boragineen (Asperifolien), welche einerseits durch die Vierteilung des Fruchtknotens und die Gestalt der Blüte in einigen Gattungen ihre Beziehung zu den Labiaten, anderseits durch die im Ganzen conservirte regelmässige Blüte ihre Beziehung zu den Contorten, und drittens durch die Gattungen, welche die Samen wie bei Geranium von einer Mittelsäule ablösen, ihre noch eingehaltene Beziehung zu den Malven ausdrücken, während zugleich die sogenannte Nebenkrone speziell auf die Primulazeen hinweist, bei denen sie so wenig wie hier als ein verkümmerter Staubblattwirtel, sondern als ein Hinweis auf Karyophylleen zu deuten ist. Es geht nämlich hier in dieser mittleren Region der unterständigen verwachsenen Blüte eine deutliche Scheidung der Gestaltungsrichtungen vor sich, welche auf dem übermächtigen Eingreifen des Dualismus beruht, der sich ja auch schon in der Zweiteiligkeit des Fruchtknotens geltend macht. Nach der einen Seite überwiegt der Dualismus als gestaltendes Princip so, dass er in den Labiaten nicht blos die Narbe zweilippig, den einfach angelegten Fruchtknoten durch nachträgliche Einfaltung vierteilig, die fünfzählig angelegte Blüte im Staminodium vierzählig, in Krone und Kelch zweilippig gestaltet, sondern auch das Individuum derartig ergreift, dass nicht blos die Blätter gegenständig, sondern auch der Stengel scharf vierkantig wird. Nach der anderen Seite behauptet sich — in den Contorten — der fünfzählige Typus in der Blüte, aber diesem eingreifenden Dualismus gegenüber mit einer solchen Gewaltsamkeit, dass es hier bei der unterständigen Blüte zu denselben widersinnigen und destruktiven Erscheinungen kommt, die wir bisher aus der anomalen Tendenz, die Einzelblüte oberständig durchzusetzen, bei den Stylideen und Orchideen und unterständig andeutend schon bei den Sterkuliazeen gesehen haben. Diese Auffassung habe ich näher zu begründen. Bei den Labiaten liegt alles klar vor. Um die Blüte der Contorten als durch die Einwirkung des Dualismus auf die gleichwohl conservirte typisch-normale Blütenform zu verstehen, muss die interessante Erscheinung in Betracht gezogen werden, dass in der mittleren Region der unterständigen verwachsenen Blüte bei den Asperifolien und auch bei den Solaneen der eigentliche Sitz der schrägen Zygomorphie ist, d. h. der Erscheinung, dass ein Ansatz zu ungleichmässiger Ausbildung der Hälften in der Weise stattfindet, dass die Symmetrieebene mit der Mediane unter einem schiefen Winkel sich schneidet. Wenn ich damit, wie bei der Erklärung der Parnassia angedeutet wurde, die weiterhin gerade auch in dieser Region auftretende unregelmässige Entwicklung der dichasisch angelegten Inflorescenzen zu einer das ganze Wachstum des Individuums ergreifenden Wickelform, wobei von den beiden Vorblättern jedesmal das eine mit dem Stengel bis zu dem Punkte, wo die neuen beiden Vorblätter der sekundären Axe entspringen, hinaufwächst, in Zusammenhang bringe, so muss ich nur wieder meine ideale Auffassung vor dem rohen genetisch-theoretischen Missverständnisse schützen. Ich sage nicht, dass die schräge Zygomorphie bei den Asperifolien und Solaneen mit den scheinbar monopodial wickelförmigen Inflorescenzen im ursächlichen Zusammenhange steht, sondern dass durch die ganze Gestaltung vermöge jenes zu Grunde liegenden Gleichgewichtsstrebens zwischen Blüte und Individuum ein Gesetz des nicht erreichten Gleichgewichtes hindurchgeht, welches in der Blüte als die schräge Zygo-

morphie, und in der Inflorescenz in ihrer Beziehung zum Wachstum des Individuums in jenen abweichenden Formen sich zeigt, und wenn man die schon bei den Karyophylleen auftretende Förderung des einen Vorblattes vor dem andern zusammenstellt mit dem besonderen Wachstum und Inflorenz von Tilia, in welcher der Malventypus gegen die Cupuliferen sich abschliesst, so werden wir es verständlich finden, dass wir gerade mit den Solaneen und Asperifolien an dem Punkte stehen, wo dies Gesetz des gestörten oder nicht erreichten Gleichgewichts in der Gestaltung sich ausspricht. Bei den Labiaten nun ist von diesen Erscheinungen keine Rede; bei ihnen ist, indem der absolut die Form beherrschende Dualismus einerseits im Stengel zu krystallinischer Vierseitigkeit und anderseits in der unregelmässigen Blüte zur Nachäffung tierischer Form führt, alles sonst in eine feste Ordnung gebracht, so dass der nach $^3/_2$ angelegte Kelch und die nach $^2/_3$ angelegte Krone in der Weise zweilippig erscheinen, dass das unpaare Kelchblatt nach vorne steht, wobei, wenn in Folge der Inflorescenzstellung eine Verschiebung der Durchschnittslinien eintritt, die Blüten bei der Entfaltung durch leise Drehung des Blütenstieles sich immer so stellen, dass die ursprünglich sich schneidenden Symmetrieebenen der successiven Blüten nahezu parallel werden. In Betreff der Vierkantigkeit des Stengels erinnere ich noch, dass auch davon die Andeutung schon bei den Karyophylleen vorkommt und zwar gerade bei Stellaria holosteum, welches wir alles in allem als die typische Form der Karyophylleen betrachten dürfen, und dass wir anderseits jenseits der Labiaten nach den Cupuliferen zu bei den baumförmig wachsenden Labiaten (Bignoniazeen) die Vierteilung bis ins Innere der Stammbildung hineingetragen sehen. — Bei den Contorten nun hält sich trotz des in die Gestaltung eindringenden Dualismus die regelmässige Gestaltung, nun aber in der überschlagenden Weise, dass an den freien Teilen der Krone die convolutive Deckung, die dem genetischen Gesetze der Blattabfolge entspricht, in einer ganz ausgezeichneten Weise auftritt, die wir dann auch schon einerseits bei den Malvazeen und anderseits andeutungsweise bei den Karyophylleen (Saponaria) sehen. Und dass diese Form der Blütengestaltung auch hier mit dem in das Gesetz der genetischen Entwicklung (worauf die Spirale zurückführt) eingreifenden Dualismus zusammenhängt, beweist der besondere Umstand, dass gerade hier der zweizählig gebaute Fruchtknoten (namentlich bei den Gentianeen und den Jasmineen, die Eichler ohne Recht von den Contorten trennt) in den Stellungsverhältnissen ähnliche theoretisch unerklärliche Vorkommnisse auftreten, wie wir sie früher bei den Campanulazeen gesehen haben. Wenn man die überaus grossen Künsteleien betrachtet, zu denen sich in diesen Fällen die genetisch-theoretische Methode wieder genötigt sieht, wird man sich leicht von der Unhaltbarkeit derselben in solchen Fällen überzeugen. Wenn z. B. bei einer dreiblütigen Rispe von Syringa die Staubgefässe aller drei Blüten, also sowohl der Endblüte als der Seitenblüten zu dem Deckblatte der ganzen Gruppe in einer Richtung quer stehen, so sind nach Eichler die Seitenblüten typisch vorblattlos, und die Mittelblüte hat nur die beiden Vorblätter, welche als Deckblätter der Seitenblüten sichtbar werden. Wenn es vorkommt, dass die Mittelblüte eine Stellung hat, die auf Vorblätter hinweist, welche gesetzlich der Mittelblüte nicht zukommen, und anderseits bei Seitenblüten die gesetzliche Stellung der Mittelblüte, so muss sich die Methode zu den

willkürlichsten Ergänzungen bequemen, um ihr vermeintliches Gesetz aufrecht zu erhalten, während ich hier wie bei den Campanulazeen von der durch alle Beobachtung konstatirten Thatsache ausgehe, dass, wie immer die zwischenliegenden Elemente sich stellen mögen, die Orientirung der Fruchtblätter zu den Kelchblättern eine unabänderlich feste bleibt, so dass ich in jenem theoretisch unerklärlichen Verhalten eben nur ein Zeugniss jenes Gleichgewichtskampfes sehe, welcher sich plastisch bei dieser Gruppe in der Drehung der Blüte ausdrückt. Und wenn ich nun mit dieser Störung in den inneren Verhältnissen der Blütenbildung bei den Contorten die merkwürdige in den Apocyneen eingeleitete und in den Asklepiadeen ihren Höhepunkt erreichende Verbildung der inneren Blütenteile, speziell des Verhältnisses des Staminodiums zu dem Griffel und der Narbe, in Zusammenhang bringe, so ist es natürlich ganz in demselben idealen Sinne gemeint, wie ich vorhin die Inflorescenzen der Solaneen und Asperifolien erklärt habe. Es kommt also hier der Stellung gemäss zum dritten Male und gerade hier am allerauffallendsten jene widersinnige Erscheinung der der Narbe unmittelbar genäherten Antheren mit gleichzeitiger Verhinderung der Funktion vor; die beiden unten gesonderten Karpelle verwachsen oben zu einem gemeinsamen Narbenkörper, an dem aber die funktionsunfähige Narbe durch seitliche Nebenbildungen ersetzt wird und die dem Narbenkörper angewachsenen Antheren einen nach Orchideenweise verklebten unvollkommen ausgebildeten Pollen erzeugen; wobei ich noch erwähne, dass je zwei solcher Pollinodien, die aber nicht derselben Anthere angehören, mit einander verbunden sind. Mit dieser zum höchsten Punkte der gleichwohl im Gegensatze zur Zygomorphie regelmässig, d. h. aktinomorph bleibenden Blüte gesteigerten inneren Verbildung hängt es denn zusammen, dass wir hier zugleich die äusserste Verbildung der typischen Form des Individuums in den fleischigen Axen und den hohlen Blättern (Stapelia, Dischidia) antreffen, und für das Verständniss des ganzen Zusammenhanges ist es nicht unwichtig, an die hervorgehoben einfach doldenförmigen Blütenstände und wirtelige Blattstellung bei den Asklepiadeen zu erinnern. — Die ganze grosse Gruppe der unterständigen verwachsenen Blüte weiter im Einzelnen auszuführen, liegt nicht in meiner Aufgabe, und ich begnüge mich wieder mit der Hervorhebung solcher Züge, welche eine besondere Bedeutung für das Verständniss des Grundgedankens der ganzen Entwicklung des Pflanzenreiches haben. Dahin gehört zunächst die Beobachtung der verschiedenen Weise, wie die Contorten und Labiaten, jene als der unteren an die Karyophylleen, diese als der oberen, an die Ranunkulazeen sich anschliessenden Entwicklung angehörend, gegen die Cupuliferen sich abschliessen. Jene thun es in den Oleazineen in einer mächtigen Baumform mit gegenständigen Blättern und Zweigen und möglichster Verkümmerung der Blüte, diese in einer Reihe von Familien mit anormaler Holzbildung, die ich im Einzelnen nicht verfolge. Sehr zu bemerken ist aber die Art, wie die mittlere, mit den Polemoniazeen beginnende Richtung, zur Baumform sich stellt. Hier sehen wir unmittelbar neben den Polemoniazeen die Familie der Convolvulazeen mit windendem Wachstum (was negativ auf die Baumform hinweist) wie die Passifloreen und durch den Nebenkelch an diese und die Malven erinnernd mit einer Blüte, deren Antitypus wir schon in der Vorstufe in den Nyktagineen gesehen haben, woran dann speziell nicht blos die zwischen der convolutiven und

der der rein cyklischen Deckung die Mitte haltende Weise der Einfaltung, sondern auch die um den Fruchtknoten aufwachsende ringförmige Erhebung erinnert. Das Interessanteste ist nun aber, dass unmittelbar neben den Convolvulazeen die parasitisch verkümmernde Form der Cuskuteen steht, nach dem Gesetze, wonach parasitische Formen da eintreten, wo eine dem Grundgedanken nach unselbständige Entwicklung als solche ausgedrückt werden soll, wie wir schon vorhin den Widerspruch der oberständigen Blüte gegen die Baumform in der parasitischen Form der Lorantheen ausgesprochen fanden. Mit Rücksicht auf die andere Richtung der Entwicklung auf die Primulazeen hin hebe ich zunächst die Familie der Skrophularien hervor als diejenige, welche als ein Gegentypus der Boragineen zwischen den beiden Hauptentwicklungen der Labiaten und der Contorten wie noch unentschieden bleibt und in diesem Sinne die rückschreitende Entwicklung, jedoch mehr mit Rücksicht auf die Labiaten, als auf die Contorten einleitet. Es kommen dadurch eine Reihe von Formen zu Stande (Pedalineen, Cyrtandreen, Gesnerazeen), die den Labiatencharakter mit Eingriff excentrischer Plazentation umständig bis oberständig werdender Krone und vielfachen anderen Abnormitäten darstellen. Ich hebe nur die nach dem oben aufgestellten Gesetze parasitisch gebildeten Formen von Lathraea mit zwei und Orobanche mit vier ins orthogonale Kreuz gestellten wandständigen Plazenten hervor, die in solcher Weise einen vollständigen karrikaturenartigen Gegentypus einer Labiate darstellt, und endlich die Lentibularien, die auch Eichler richtig trotz ihrer nach Weise der Primulazeen centralen Samenknospenstellung hierhin stellt. Sie sind eben die Form, in der der Labiatentypus bis unmittelbar auf die Primulazeen zurückgeht, wo dann die Schlauchbildung an den Blättern von Utricularia uns auf dieselbe Erklärung wie bei den Droserazeen fühıt. Auch die Contorten weisen, obwohl sie mit der Spitze ihrer Hauptentwicklung direkter gegen die Cupuliferen gerichtet sind, auf die Beziehung zu den Primulazeen zurück, und zwar in den Wasserformen der Gentianeen, bei denen die excentrische Plazentation in die Entwicklung eingreift und wo es dann interessant ist, dass Menyanthes, welches Primulazeeneinsatz und ganz primelähnliche Blüte hat, eine Tendenz auf schräge Zygomorphie zeigt, sowie auch bei Pedicularis unter den Skrophularien eine merkwürdige Verschiebung der Teile, man könnte sagen ein schiefes Maul sich zeigt. — Ich erwähne schliesslich noch die Brunoniazeen als die Spitze einer Entwicklung, welche deutlich auf die Compositen hinweist und so von Seiten der Labiaten den Dipsazeen von Seiten der Compositen entsprechend, ich sage nicht die Verbindung im blutsverwandtschaftlichen, sondern die Fuge zwischen der oberständigen und unterständigen Region im idealen Sinne anzeigt und zugleich klar macht, wie Eichler darauf kommen konnte, die Plantagineen zu den Labiaten zu stellen, weil die Brunoniazeen zu den Plantagineen in der Vorstufe in der That in einer analogen Beziehung stehen, wie die Convolvulazeen zu den Nyktagineen. Dann bemerke ich noch, dass die Pelorienbildung hauptsächlich in diesem Gebiete der unterständigen verwachsenblätterigen Blüte ihren Sitz hat, eine Erscheinung, worauf ich in der Schlussbetrachtung zurückkommen werde. —

Nachdem nun die ganze Gestaltung der unterständigen (dikotylen) Blüte auf das Princip zurückgeführt ist, ist hier der rechte Punkt, die drei vorhin zurückgeschobenen Familien mit oberständiger Blüte, die

Cacteen, die Cucurbitazeen und die Begoniazeen nachzuholen. Sie werden uns jetzt verständlich sein und zwar nach der Ordnung, wie sie aufgeführt sind. Die Cacteen sind charakterisirt durch oberständige freiblätterige Blüte mit überschlagender Steigerung im Staminodium und der Krone, welche aber zugleich mit Verwischung der dikotylen Unterscheidung von Kelch und Krone verknüpft ist, und durch die abnorme Entwicklung des Stammes (der Hauptaxe) mit Unterdrückung der Blattbildung, deren innere Bedeutung in der centralisirenden Rippenbildung und typisch in dem kugelförmigen Melocactus klar ausgesprochen ist. Wesentlich ist auch, dass die Samenknospen wandständig und die mächtig entwickelten Blüten einzeln oder in Wirteln auf hervorgehobene verkürzte Zweige gestellt sind. Diese Form, welche die Botaniker nicht weniger zur Verzweiflung bringt, als sie dem natürlichen Sinne rätselhaft erscheint, kann ich geradezu als den Triumph der idealen Auffassung bezeichnen; denn schärfer als in dieser Form könnte der ideale Grundgedanke, dass oberständige freiblätterige Blüte im Widerstreit (nicht im Widerspruch) steht mit der Baumform, d. h. mit der Darstellung des Individuums nach der Urform in der durchgesetzten Hauptaxe, nicht ausgedrückt werden. Die Form eines Cactus, speziell eines Melocactus ist die dikotyle Wiederholung dessen, was monokotyl in den Liliazeen oder Zwiebelpflanzen sich darstellt, woraus sich dann nebenbei auch die Relativität im Begriffe des Normalen, resp. die Abhängigkeit desselben von der Grundidee ergibt. Eine Tulpe erscheint uns als eine normale Form, weil sie der monokotylen Stufe angemessen die typische Form der Blüte darstellt, die dikotyle Wiederholung desselben Gedankens (der Unterdrückung des Individuums durch die Blüte) erzeugt die grotesk anomale Form der Cacteen, weil hier das durchgesetzte Gleichgewicht überschritten wird. Zu bemerken ist noch, dass die Cacteen durch die Gattung Peireskia in unzweifelhaftem Zusammenhange stehen mit den Ribesien, welche als strauchförmig wachsende Pflanzen mit umständiger Blüte und vollständiger Plazentation den Zusammenhang der Cacteen mit der ganzen Entwicklung anzeigen, worauf ich zurückkomme. — Die Cucurbitazeen sind charakterisirt als entschieden oberständig blühend mit verwachsener Krone und unvollständiger, aber gleichwohl mächtig entwickelter Einzelblüte, unächt excentrischer Plazentation und kriechendem Wachstum, mit handförmigen Blättern und eigentümlicher Rankenbildung. Das ist die dikotyle Wiederholung dessen, was wir monokotyl in der Wasserform der Hydrocharideen, speziell in Stratiotes gesehen haben. Das Widersinnige liegt hier in der Tendenz auf hervorgehobene Entwicklung der Einzelblüte in der Krone trotz der Unvollständigkeit, welche aber, weil sie zwar oberständig, aber nicht freiblätterig ist, der normalen Entwicklung des Individuums um ebensoviel mehr Raum gibt im Verhältniss zu den Cacteen, als sie an der typischen Blütenform aufgibt. Das Ueberschlagende der Kronenentwicklung ist auch hier, nur in anderer Weise als bei den Cacteen, in der Verschmelzung von Kelch und Krone ausgedrückt, das Widersinnige in der Ausbildung des Staminodiums zu einer Art Centralsäule mit Vermengung der Antheren bis zu dem Grade, dass bei Cyclanthera das Staminodium schirmförmig erscheint und die Antheren wie ein ringförmiger Saum. Die Zurückführung dieser abnormen Form auf die normale Grundlage unterliegt sehr grossen Schwierigkeiten und ist wieder einer von den Fällen, wo auch die durch-

geführte feinste Beobachtung nur zu dem sicheren Resultate führt, dass blos auf diesem genetisch-theoretischen Wege der Sinn der Natur nicht zu erreichen ist. Der Stand der Untersuchung mag aus dem folgenden Schlussresultate Eichlers erhellen: »Nach allem Vorstehenden halten wir also an der alten Deutung fest, dass das Andröceum der Cucurbitazeen aus fünf mit den Kronteilen alternirenden Staubgefässen gebildet ist. Nur ergänzen wir dieselbe dahin, dass diese Staubgefässe allermeist nicht vollständig, sondern durch Unterdrückung zu einer Seite halbirt sind. Daraus ergibt sich in den meisten Fällen monothezische Beschaffenheit, sowie die Dithezie bei paarweiser Verwachsung; nur in seltenen Fällen wird jede Anthere dithezisch ausgebildet (Telfairia), oder deren 4, während die fünfte monothezisch bleibt (Sichium, Prasopepon). Die Anwesenheit nur zweier Doppelstamina in der sonst pentameren Blüte von Auguria erklärt sich durch völligen Abort des fünften Stamens; die einzige ringförmige Theca von Cyclanthera haben wir schon durch Verschmelzung aus 5 verständlich zu machen gesucht.« Dass nun alle diese besonderen Fälle ebensoviele Momente für das ideale und nicht für das blutsverwandtschaftliche Verständniss sind, bis zu der von van Thiegen beobachteten Andeutung von zehn für das Staminodium bestimmten Gefässbündeln hin, versteht sich ebensosehr von selbst, als dass die Formen mit freien Kronenblättern oder unterständiger Blüte nicht einen Einspruch gegen den so energisch ausgeprägten Cucurbitazeentypus begründen, sondern nur den Zusammenhang aufklären. Ich mache aber auch hier wieder auf den bei der gewöhnlichen Auffassung gar nicht beachteten Umstand aufmerksam, dass der Grad der noch bewahrten normalen Ausbildung des Staminodiums genau übereinstimmt mit dem Grade des noch nicht vollständig ausgeprägten spezifischen Cucurbitazeentypus. Telfairia, mit fünf normalen Staubgefässen, hat noch freien Kelch und Kronenblätter, die Plazenten zeigen noch nicht die den Cucurbitazeen eigentümliche Ausbildung; das Wachstum ist noch strauchartig; Luffa mit fünf getrennten monothezischen Staubgefässen, die aber durch verbreiterten Träger schon die Tendenz auf Verwachsung anzeigen, hat noch zum Teil vollständige Blüten mit kaum angedeuteter Verwachsung der auf einer ringförmigen Erhebung stehenden Blätter u. s. w. Der dreizählig gebaute Fruchtknoten der Cucurbitazeen macht durch seine Stellungsverhältnisse der Theorie ähnliche Schwierigkeiten, wie bei den Campanulazeen, die sich aber auch hier durch das festgehaltene sichere Resultat der Beobachtung lösen, dass er sein festes Verhältniss zu den Kelchblättern immer einhält; durch seine innere Entwicklung aber bekommt er eine ganz besondere Bedeutung, der dann die excessive Grösse entspricht. Er ist nämlich dreifächerig angelegt mit je zwei Samenknospenreihen am inneren Rande der zu einer scheinbaren Mittelsäule verwachsenden Karpelle, genau wie bei den Liliazeen, resp. wie bei den Cupuliferen. Typisch wachsen dann aber die verwachsenen Karpellränder von innen nach aussen hinaus, biegen dann, an der Aussenwand angekommen, wieder nach innen um und bilden so in der exquisitesten Weise eine scheinbar excentrische Plazentation in dem zur mächtigen Beere sich entwickelnden Fruchtknoten. Nehmen wir dann die starke, aber bei unvollkommener schwacher Holzbildung nur zu einem niedergestreckten kriechenden Wachstum gelangende Axe hinzu, so verstehen wir die Cucurbitazeen von den Cupuliferen aus vollständig als die Form, welche bei widersinnig durchgesetzter oberständiger Blüten- oder

vielmehr Kronenbildung und gleichmässiger mächtiger Entwicklung des Individuums dem in dem Gegensatz der Cupuliferen und der Karyophylleen normirten Gleichgewichte der dikotylen Entwicklung ausweicht Die typisch handnervigen einfachen Blätter entsprechen genau dieser Stellung, die dann durch die Rankenbildung ihre besondere Erläuterung findet. Ich gewinne ein Verständniss der äusserst komplizirten Frage nach der Bedeutung der Ranke und der ganzen damit zusammenhängenden Inflorescenz und der Wachstumsverhältnisse der Cucurbitazeen nur durch die Zusammenstellung mit den Tiliazeen und den Passifloreen, auf welche der ideale Zusammenhang hinweist, auf die Passifloreen, insoweit sie den von dem äussersten Punkte der unterständigen Blüte aus eingehaltenen Zusammenhang mit den Cupuliferen ausprägen, auf die Tiliazeen, insofern diese und die Cucurbitazeen auf der Mitte des Weges von den Violarien zu den Cupuliferen aufwärts und von den Cupuliferen zu den Violarien abwärts sich begegnen, wobei ich immer von neuem bemerke, dass ich mit dieser idealen Auffassung mich durchaus auf der realen Grundlage der centralen oder excentrischen Plazentation, der vollständigen oder unvollständigen, freiblätterigen oder verwachsenen, oberständigen oder unterständigen Blüte bewege. Bei den Passifloreen ist nach der anerkanntesten Beobachtung die (immer einfache) Ranke der Axillarspross, die Blüte dessen grundständiger Seitenspross; bei den Cucurbitazeen kommt der Axillarspross zur Blüte; die Ranke, die hier immer mehrteilig wie ein handnerviges Blatt ist, hat die Bedeutung des einen Vorblattes der Blüte, welches nebenbei einen Bereicherungsspross erzeugt und zu dem das zweite Vorblatt oft in der Gestalt einer zweiten Ranke erscheint. So ist in der That in der Rankenbildung bei den Passifloreen und den Cucurbitazeen ein entgegengesetzter Entwicklungsgang angezeigt; in dem einen Falle vertritt die Ranke die Stelle der Blüte, das andere Mal die Stelle des Blattes, aber in beiden Fällen auf Grundlage des Seitensprosses. Bei Tilia aber stirbt die Hauptaxe ab und das eine Vorblatt verwächst mit dem Stiele der Inflorescenz zu dem Flügelblatte. Nimmt man noch hinzu, dass das eine Vorblatt bei der Blüte von Passiflora an den Blütenstiel hinaufwächst, um mit zwei Hochblättern zusammen den sogenannten Aussenkelch zu bilden, so scheinen wir mit Recht das Verhalten der bei den Dikotylen typisch gegenständigen Vorblätter in ähnlicher Weise als ein Wahrzeichen des grossen Gleichgewichtskampfes zwischen Blüte und Individuum betrachten zu können, wie wir es bei den Monokotylen in den Blütenstandsdeckblättern erkannt haben. — Wie nun die Cacteen als widersinnig oberständig freiblätterige, die Cucurbitazeen als widersinnig oberständig verwachsenblätterige unvollständige und doch geförderte Blüte in entsprechender Weise das Verhältniss zu den Cupuliferen normiren, so treten die Begoniazeen mit monöcischer in der Stempelblüte oberständiger, in der Staubblüte unterständiger Blüte bis unmittelbar an die Cupuliferen heran, um, indem sie in der Wachstumsform zugleich bis zur Erinnerung an die Gramineen und Polygoneen zurückgreifen, den Antitypus und die rückschreitende Entwicklung von den Cupuliferen zu der Vorstufe und ihre Beziehung auf die Gramineen darzustellen. Die feste Grundlage dieser Auffassung bildet der Bau des Fruchtknotens, in dem die Begoniazeen wesentlich mit den Cucurbitazeen übereinstimmen. Indem sie dann aber in die unvollständige, aber immer wie bei den Cucurbitazeen nach Cupuliferencharakter monöcische Blüte, die die

Cupuliferen ganz spezifisch charakterisirende Verbindung der Unterscheidung der Oberständigkeit und Unterständigkeit mit der Trennung der Geschlechter in die Blüte aufnehmen, stellen sie diese Charaktere in einer übertriebenen und darum verzerrten Weise dar und zwar, was die gegenseitige Stellung der männlichen und weiblichen Blüte angeht, im ausgesprochensten Gegensatze zu der bei den Cupuliferen typisch eingehaltenen normalen Stellung. Die nach Weise der Karyophylleen streng dichasischen Blütenstände schliessen die Hauptaxe und alle relativen Hauptaxen mit männlichen Blüten und erst die letzte Nebenaxe, die dann auch meist nur mehr ein Vorblatt zeigt, schliesst mit einer weiblichen Blüte; die männlichen Blüten haben vierzähliges, die weiblichen dreizählges Perigon; weder diese noch jene haben eine Andeutung des fehlenden Bestandteiles. Die weiblichen Blüten sind aber nicht allein oberständig, sondern überständig nach Weise der Onagrarien, wobei ich erinnere, dass Eichler die über den Fruchtknoten hinausgezogene Röhre, welche die Krone trägt, als eine überwachsende Cupula betrachtet. Die scharf dreikantige Form des Fruchtknotens verstehen wir durch die Beziehung zu Fagus und den Polygoneen, wie überhaupt in allen diesen überschlagend rückschreitenden Formen das Gesetz, dass die Zahl krystallinisch in der Gestaltung ausgeprägt wird, sich geltend macht; bei den Cucurbitazeen ist der Stempel scharf fünfkantig. Endlich tritt die verschobene Stellung der Begoniazeen äusserlich ausgeprägt hervor in der schiefen Bildung der Teile, des Fruchtknotens und vor allem der Blätter, wo wir dann die Begoniazeen, bei denen wir die ganze Geschichte dieser schiefen Blattbildung durch Zusammenstellung der Arten verfolgen können, von der einen Seite wieder mit den Tiliazeen, von der anderen aber mit den Ulmen verknüpfen müssen; überhaupt aber bemerke ich, dass von dieser schiefen Blattbildung nur mit Beziehung auf die Cupuliferen die Rede ist. — So darf ich behaupten, dass gerade diese drei Familien, an deren Verständniss man bis dahin verzweifelt hat, den schlagenden Beweis für die Durchführbarkeit der idealen Auffassung liefern. — Ich komme zum Schlusse noch einmal auf den Fruchtknoten zurück, der freilich bei den Begoniazeen als Kapsel, bei den Cacteen aber und vor allem bei den Cucurbitazeen in so ausgezeichneter Weise als Beere entwickelt ist, dass wir dadurch auf einen intendirten Zusammenhang der wandständigen Plazentation mit der Beerenform hingewiesen werden, nachdem wir ja schon gesehen haben, wie in den Passifloren der Violarien- und in den Papajazeen der Primeltypus mit der wandständigen Plazentation gleichzeitig auch zur Beerenfrucht übergeht. Ganz dasselbe ist vom Ranunkeltypus aus in den Pangineen der Fall. Wir bemerken dies nur, um später darauf zurückzukommen. —

## Umständige Blüte.

Wir sind nunmehr zur letzten Hauptgruppe der normalen dikotylen Entwicklung, der umständigen Blüte, gelangt. Die als Princip der Entwicklung aufgestellte Unterscheidung der oberständigen und unterständigen Blüte lässt möglicher Weise eine doppelte Ueberschreitung zu, einmal blos negativ, wenn es Formen gibt, wo es einfach bei Seite gesetzt und ignorirt wird, und zweitens positiv, wenn durch die Form die Ausgleichung zwischen der oberständigen und unterständigen Bil-

dung ausgedrückt ist, was die umständige Blüte ergibt. Die erste Möglichkeit kann, wenn das Princip richtig ist, nur eine ausgehende (schwindende) Entwicklung begründen; ist dann aber als solche eine in der Sache begründete Ergänzung der idealen Auffassung. Diese finden wir denn hier auch vollständig entsprechend in der Familie der Erikazeen, wo vollständig oberständige und vollständig unterständige Blüten von sonst ganz gleichem auf die Karyophylleenblüte zurückweisenden Baue unmittelbar nebeneinander stehen. Sie haben aber statt der centrospermen Plazentation ohne Mittelsäule die einfach centrale mit unächter Mittelsäule aufgenommen und sind durch die Commissuralnarben und die entschiedene Obdiplostemonie, die das nun in Wirklichkeit ausführt, was bei den Karyophylleen in so feiner Weise angedeutet war, als rückschreitende Entwicklung charakterisirt. In der eigentümlichen Bildung der Staubbeutel weisen sie auf die Myrtazeen, die typische Form der umständigen Familie hin (speziell auf die Melastomeen), durch ihre ganze Tracht auf die Koniferen, die Hauptform der rückschreitenden dikotylen Entwicklung. Die im Ganzen nur dürftig vertretene Gruppe ist in der parasitischen Monotropa, die zugleich ganz abnorme Wachstumsverhältnisse aufweist, als ausgehende Entwicklung signalisirt. —

Die ausgleichende Richtung in der umständigen Blüte kann selbst in einer doppelten Weise ausgeführt werden entweder so, dass der Kelch mehr oder weniger mit dem Fruchtknoten verwächst oder so, dass der Fruchtknoten frei bleibt, Krone und Staubgefässe aber auf dem Kelchrande stehen, worin sich offenbar der ganze ideale Gang der Entwicklung von der oberständigen Blüte zur unterständigen abschliesst. Eine umständige Blüte dieser Art kann, wie es bei den Papilionazeen und Rosazeen der Fall ist, scheinbar vollständig zur Form einer unterständigen Blüte zurückkehren. Ich will der Kürze wegen diese zweite Form als aussenständige Blüte von der umständigen im engeren Sinne unterscheiden. Demgemäss haben wir eine zwischen den Karyophylleen und den Cupuliferen aufsteigend liegende Entwicklung mit umständiger und aussenständiger Blüte in zwei Stufen, von denen die erstere, die ich deshalb als die Vorstufe dieser ganzen Entwicklung bezeichnen will, sich innerhalb der vier Typen der unterständigen Blüte hält, während die zweite, die Hauptentwicklung der umständigen Blüte zwischen den Cupuliferen und der ganzen unterständigen Blüte steht, und so die ganze normale Entwicklung zum Abschlusse bringt. In beiden Stufen ist dann die umständige Blüte im engeren Sinne von der aussenständigen zu unterscheiden. Zu der Vorstufe gehören die Saxifrageen und die Lythrarien. Die Saxifrageen stehen entschieden zwischen den Karyophylleen und den Umbelliferen, wonach sie dann mit den Frankokazeen Hydrangeen Eskalonien Cunonazeen Brecciazeen zusammen einen nach der einen Seite mit den an die Umbelliferen sich anschliessenden Araliazeen und Lonizereen, nach der andern mit Parnassia, d. h. mit der die Ausgleichung der vier Grundtypen intendirenden Richtung sich berührenden Kreis bilden, der im Allgemeinen in diesem Zusammenhange anerkannt ist und die mannigfaltigsten und instruktivsten Gestaltungen im Einzelnen aufweist, von denen ich hier nur das eine oder andere anführen kann. Wenn z. B. bei Hydrangea in einer ganz hervorgehobenen Weise (indem an der terminalen Doldenrispe, die den Blütenstand darstellt, von den dichasisch mit Wickeltendenz gebildeten Endigungen der eine der letzten

Seitenzweige, statt wie der andere einen Blütenstand von kleinen Zwitterblüten vielmehr auf stark entwickeltem Stiele eine grosse mit kronenartigem Kelche versehene vierzählige unvollständige Blüte bringt, wenn wir dann hinzunehmen, dass die Partialblütenstände deckblattlos erscheinen, während der Stiel mehr nach unten hin ein Paar als Laubblätter ausgebildete Vorblätter trägt, die in Wirklichkeit die Deckblätter der an der Hauptaxe hinaufgewachsenen Seitenzweige sind, so wird uns klar werden, erstens, dass in dieser sinnlosen Scheinbildung das ideale Moment der Tendenz auf eine überschlagende Entwicklung der Krone in der Peripherie ausgesprochen ist, welche wir in dem ganzen Umfange der Entwicklung der oberständigen Blüte in den Compositen, den Umbelliferen und dann besonders in den Corneen (bei Viburnum) erblicken und welche wir in dem Kampfe um das Gleichgewicht zwischen dem centralen und dem peripherischen Bestandteile der Blüte in ihrem Verhältnisse zum Blütenstande bis zu den Gramineen hin verfolgen können, und zweitens, dass in der künstlichen Weise, wie diese Scheinbildung bei einer Form wie Hydrangea zu Stande kommt durch komplizirte Combination der Blütenstandsformen und anomale Verwachsung der Seitenaxe, sich in einer speziellen Weise hier die ganze Complikation der Verhältnisse des Gleichgewichtskampfes darstellt, der die dikotyle, vielmehr die phanerogamische Gestaltung motivirt, wobei wir uns namentlich an Parnassia erinnern. Ich darf hinzufügen, dass ein solches Verständniss doch wohl die Mühe des Denkens lohnt, ohne die man es freilich nicht erlangen kann, wenn es sich darum handelt, die Wissenschaft vom Bann kindischer Spielereien zu befreien. Von einer Anpassung kann hier allerdings die Rede sein, aber nicht von einer Anpassung an ein Etwas, das nicht vorhanden ist, sondern an die die ganze Entwicklung beherrschende Idee. Zur Bestätigung will ich hier noch die kleine Adoxa hinzufügen, obwohl diese nicht zu den Saxifrageen, sondern zu den Caprifoliazeen zu rechnen ist. Hier haben wir eine aus der als unterirdisch kriechendes Rhizom emporwachsende Seitenaxe als blattlosen Blütenstandstiel, der nur ein Blattpaar trägt und an der Spitze fünf Blüten, vier seitlich, je zu zwei Paaren ins Kreuz gestellt (wie die vier männlichen Blüten zu der weiblichen Gipfelblüte bei Buxus unter den Euphorbiazen) und in richtiger Abfolge zu den beiden Vorblättern, die fünfte als Gipfelblüte; und zwar die vier seitlichen vierzählig, die Gipfelblüte fünfzählig gebaut, bei allen aber die Staubgefässe vollständig halbirt, so dass scheinbar 8 und 10 monothezische Stamina da sind. Die überaus komplizirte theoretische Erklärung eines solchen Verhaltens, die ich noch nicht für blosse Spielerei halte, will ich hier nicht berühren, sondern nur bemerken, dass ich in dieser Gestaltung der Adoxa eine Wirkung desselben Principes sehe, welches bei den Ranunculazeen uns die Form einer Anemone verständlich macht, nur dass hier, wenn man die bei den Malvazeen typisch wieder auftretende Zerteilung der Antheren und den Uebergang von der seitlichen Vierzähligkeit zur gipfelständigen Fünfzähligkeit hinzunimmt, die Sache der Stellung gemäss noch um einige Grade komplizirter ist, als dort. — Der Aehnlichkeit mit Adoxa wegen erwähne ich noch das zu den Saxifrageen gehörende Chrysosplenium, welches in seinen beiden Arten alternifolium und oppositifolium das Eindringen der Zweizähligkeit in den Blütenstand in ähnlicher Weise darstellt, wie wir es bei Adoxa in der Blüte sehen; und dann noch, dass auch schon bei Saxifraga ver-

einzelt die schräge Zygomorphie auftritt. — Die *Lythrarien* stehen als aussenständige Blüte den Saxifrageen so gegenüber, wie in der Hauptentwicklung die Rosazeen und Papilionazeen den Myrten, wie wir sehen werden. Es ist aber von besonderem Interesse, zu bemerken, dass die klare Unterscheidung der umständigen und aussenständigen Blüte schon auf dieser Stufe, die ich als die Vorstufe dieser ganzen grossen Entwicklung bezeichnet habe, vorkommt, weil gerade dieses mehrmalige Vorkommen derselben Verhältnisse, welches aber nach der idealen Auffassung nicht eine leere Wiederholung, sondern ein Zeugniss des sich durchsetzenden Grundgedankens ist, eine direkte Bestätigung der Richtigkeit derselben ist. Die Lythrarien weisen durch den monokarpischen Fruchtknoten mit kopfförmiger Narbe deutlich auf die Primulazeen und Karyophylleen zurück, und durch die 12 Staubblätter auf die Crassularien und weisen demgemäss auch wieder die interessantesten Einzelgestaltungen auf, von denen ich hier nur das erwähnen will, dass die so auffallende verschiedene Höhenstellung des Griffels und der Staubfäden, wie sie vor allem bei den Lythrarien und dann bei den Primulazeen und Asperifolien vorkommt, mir in ähnlicher Weise ein Moment des Gleichgewichtskampfes zwischen dem peripherischen und centralen Bestandteil der Blüte in senkrechter Richtung zu sein scheint, wie wir ihn in horizontaler Richtung in der Bildung peripherischer Scheinblüten, in dem Gegensatze centrifugal oder centripetal aufblühender Blütenstände, endlich auch in dem Gegensatze protogynischer und protoandrischer Blüten sehen. — Die weitere Ausführung knüpfe ich an die gegen Eichler gerichtete Bemerkung, dass ich weder die Ribesien und Philadelpheen zu den Saxifrageen noch die Onagrarien und die Lythrarien einfach zu den Myrtifloren rechnen kann, indem ich hier die feine Durchführbarkeit meines Gedankens dem prinzipienlosen Zusammenwürfeln der Familien gegenüber an der richtig erfassten idealen Bedeutung der Baumform aufweise, die dann eben auch die Strauchform als die typisch zwar holzbildende, aber nicht die Hauptaxe durchsetzende Wachstumsform zu ihrer relativen idealen Bedeutung bringt. Die *Ribesien* sind eine Form, welche als typisch strauchförmig wachsend die Verbindung der umständigen Blüte mit dem baumförmigen Wachstum, die in den *Myrten*, die typisch nur baumförmig wachsen, ausgeführt ist, wie versuchsweise darstellen, und insoweit ist es ja besonders interessant, dass, wie wir schon gesehen haben, die Cacteen unzweideutig ihren Zusammenhang mit den Ribesien anzeigen. Die mit den Ribesien als typisch strauchförmig wachsend in eine Reihe gestellten Berberideen weisen, wie schon früher bemerkt wurde, auf die Ranunculazeen hin, wie die Philadelpheen in Verbindung mit den Melastomeen unmittelbar zu den Myrten führen, wie die ebenfalls typisch strauchartig wachsenden Hamamelideen über die Myrten hinaus auf die Coryläen und Cupuliferen. Ich habe diesen Zusammenhang hervorgehoben, weil sich daraus mehrere hier vorkommende besondere Bildungen, die Blütenstandsbildung durch Jahrestriebe, die eigentümliche Stachelbildung (bei den Berberideen aus handförmig angelegten Blättern, bei den Ribesien als Haarbildung) und namentlich die klappenförmige Oeffnung der Staubbeutel, welche die Berberideen und Hamamelideen mit den Laurineen, wo diese auffallende Bildung ihren eigentlichen Sitz hat und sich aus ihrer Stellung zu den Myrten erklärt, ihre Deutung finden. Die Onagrarien gehören unmittelbar gar nicht hierhin, sondern schliessen sich als

im eigentlichen Sinne überschlagende oberständige Blüte unmittelbar so an die Campanulazeen der Vorstufe an, als sollte die Oberständigkeit dikotyl nicht in der Form der Compositen, sondern als Einzelblüte durchgesetzt werden, was nur eine bis zu den Hippurideen rückschreitende Entwicklung ergeben kann. So können wir es denn verstehen, dass mi den Myrten ein central abschliessender Typus eintritt, der durch die Verbindung von charakteristisch baumförmigem Wachstum mit umständiger Blüte, insoweit dieses dem Grundgedanken noch überhaupt möglich ist, die Ausgleichung des Kampfes zwischen typischer Baumform und typischer Blütenentwicklung in der Weise charakteristisch darstellt, wie die Cupuliferen die eine und die Karyophylleen die andere Richtung. Die Myrten sind charakteristisch nur baumförmig von Zwerggestalt bis Riesengrösse wachsende Pflanzen mit gegenständigen elliptischen randnervigen Blättern und vollkommener in der Art umständiger Blüte, dass sie den umständigen Charakter in der ganzen Skala von noch wirklicher Unterständigkeit bis zur vollkommenen Oberständigkeit aufweist. Das überzählige Staminodium mit introrsen Antheren zeigt eine charakteristische Einkrümmung der Fäden nach der Mitte zu, worin die hier in die Blüte eintretende Spannung ihren Ausdruck findet. Von den auch hier wie überall bis aufs Speziellste hin zu verfolgenden Einzelheiten der Gestaltung hebe ich nur die Variation der Plazentation in dem typisch synkarp gebildeten Fruchtknoten hervor, welche in der verkümmernden Form der Chamaelaucieen bis auf eine central gestellte Samenknospe zurückgeht, in den Granateen aber eine im unteren Teile centrale mit einer im oberen Teile excentrischen Plazentation verbindet, so dass sich hier in der Anlage des Fruchtknotens das ausspricht, was wir bei Mesembrianthemum als anomalen Prozess sich vollziehen sehen; und ferner, dass mit Ausnahme der Lekytheen, welche eine ganz übermässige Entwicklung der Blüte in der Krone und im Staminodium mit groteskem Wachstum verbinden und dann in der Blüte unregelmässige zwischen Labiaten und Papilionazeen schwankende Form und in der Frucht die Oeffnung mittelst horizontal sich ablösendem Deckel haben, die dem Myrtentypus angehörende Blüte die gewaltigste Spannung zwischen dem peripherischen und centralen Bestandteil in horizontaler Richtung zeigt, was bei den Barringtonien, der übertrieben mächtigen Entwicklung der Myrtenblüte, in der Bildung eines starken ringförmigen Diskus innerhalb der Blüte (der uns an den intrastaminalen Diskus bei den Terebinthiazeen erinnert) sich ausspricht, und in Belvisia mit wirteliger Stellung der Aeste verbunden ist, eine Form, worin in nach beiden Seiten überschlagender Weise die Verbindung der Baumform mit der vollkommenen Blüte angezeigt ist und an die sich deshalb, wie wir sehen werden, die ganze rückschreitende Entwicklung der Blüte anlehnt. — An die Myrten schliessen sich zunächst nur noch zwei Familien an, die Laurineen und die Melastomeen, welche sich als typisch baumförmig und typisch strauchförmig wachsend zugleich durch eine ausgesprochene Beziehung auf monokotylen Charakter und durch das auffallendste Verhalten im Staminodium auszeichnen, welches durch den in das Staminodium übertragenen Kampf um das Gleichgewicht im Peripherischen und Centralen und die daraus entstehende Spannung der angedeuteten Stellung gemäss sich erklärt. Es ist das eine Combination von ganz merkwürdigen Besonderheiten, wie wir sie in der klappigen Oeffnung der Antheren bei den Berberideen, der Drehung bei

den Kruciferen und besonders bei Passiflora, und der Gegeneinanderstellung von extrorsen und introrsen Antheren bei den Polygoneen gesehen haben. Liegt in diesen zerstreuten auffallenden Erscheinungen ein aus dem Grundgedanken hervorgehendes Motiv, so kann uns das kombinirte Auftreten derselben an der Stelle nicht Wunder nehmen, wo wir den Myrtentypus in der Weise auf die monokotyle Stufe zurückbiegen sehen, wie wir vorhin in den Asklepiadeen die unterständige verwachsene Blüte auf das aus der monokotylen Stufe entspringende Princip der Verbildung der Blüte durch Gynandrie zurückgeworfen sehen. In der dreizählig angelegten vollständigen aber unvollkommenen Laurineenblüte stehen die Staubgefässe mit von unten nach oben klappenförmig sich öffnenden Antheren im inneren Kreise extrors, im äusseren intrors gegeneinander, wobei die Verkümmerung des innersten Kreises und die gelegentliche Umwandlung des äussersten (in der sonst apetalen Blüte) zu Blumenblättern als das Wahrzeichen des Kampfes erscheint, der die in der abweichenden Oeffnung der Antheren sich kundgebende Spannung hervorbringt. Die peripherische Blüte, die auf Jahrestrieben entwickelten Blütenstände, die gegenständigen Blätter und der typisch baumförmige Wuchs stellen die Laurazeen unzweifelhaft zu den Myrten. Wenn wir dann anderseits in den Melastomeen eine grosse und ausgezeichnete Familie finden, welche im Charakter der Myrtenblüte eine mässige Entwicklung der Krone mit strauchartigem Wachstum verbindet und die mannigfachsten Anklänge an die ganze in die vier Grundtypen auseinandergehende Blütenentwicklung in sich aufnimmt, dabei aber durch ein Merkmal auffallend charakterisirt ist, nämlich durch die ganz besondere Bildung des Staminodiums, deren Endresultat, die Oeffnung der Antheren durch einen Porus, nur das Wahrzeichen eines langen hier im Innern vorgehenden Prozesses ist, so müssen wir auch hier wieder auf jedes Verständniss der Naturerscheinung verzichten, oder ein solches in der Stellung suchen, die wir unzweifelhaft dieser Familie anweisen. Und da finden wir auch hier ein solches, je genauer wir die Sache ansehen. Die Melastomeen haben nicht eine überschlagende Vermehrung der Staubgefässe, sondern eine Verdoppelung des meistens fünfzähligen, auch drei- und vierzähligen Wirtels mit obdiplostemonischer Entstehung, aber so, dass alle 10 Stamina genau in einen Kreis gestellt sind, wobei wir uns erinnern müssen, wie genau diese Verhältnisse bei den Karyophylleen, den Lineen, den Erikazeen geordnet sind. Nun entwickeln sich die übrigens regelmässig gebauten und introrsangelegten Antheren so, dass sie in der Knospenlage nicht allein vollständig nach aussen hin umknicken, sondern auch zwischen dem Fruchtknoten und der (Kelch-) Röhre eine Höhle bilden, worin sie stecken, während sie zugleich das Connektiv wie eine leere Scheinanthere auswachsen lassen. Ich erinnere an das gelegentlich der Anaporineen unter den Aroideen Gesagte, dass die volle Verschmelzung der Staubgefässe mit den Blütenkolben in dieser anomalen Entwicklung greifbar die Oeffnung der Anthere mittelst eines Porus bedingt, und ferner an die Verklebung der Antheren bei den Violarien und den Solaneen, wo sie ebenfalls mit der Oeffnung durch einen Porus verbunden ist, während die Compositen trotz der röhrenförmigen Bildung der Antheren die normale Weise einhalten, und an die bei Passiflora in umgekehrter Weise als bei den Melastomeen vor sich gehende Drehung der Anthere, um bei diesen dieses merkwürdige Spiel der Natur doch als

ein Moment des innerhalb der Blüte ausgekämpften Gleichgewichtskampfes verständlich zu machen. Die leeren Zipfel des auswachsenden Connektivs als Scheinantheren im Gegensatze zu den sich versteckenden wirklichen stehen im gegensätzlichen Zusammenhange mit der Stellung des zehnzähligen obdiplostemonischen Wirtels in einem gleichmässigen Kreise und die ganze merkwürdige Bildung bei den Melastomeen erklärt sich mir aus demselben Princip, welches die Karyophylleen scheinbar und die Erikazeen wirklich obdiplostemonisch macht. Ich bemerke auch hier wieder, dass die ganze auffallende Entwicklung nach Maassgabe der unregelmässigen Oeffnung der Anthere eintritt; bei den Melastomeen, welche noch mehr oder weniger regelmässig die Antheren mit einem Spalt öffnen, ist auch das Connektiv noch nicht besonders entwickelt. — In weiterer Beziehung zu den Myrten stehen nun noch zwei grosse Entwicklungsgruppen, die ich übersichtlich, die Myrten als Mittellinie gedacht, als untere und obere charakterisire. Die untere ist typisch vertreten durch die Rhamneen als gleichmässig in der Blüte und in der baumförmigen Entwicklung abnehmender Myrtentypus, wo neben dem charakteristisch auftretenden Diskus die Opposition der Staubgefässe zu den Kronenblättern auch bei beibehaltener Fünfzahl zu bemerken ist, ein Verhalten, wofür sich die genetisch-theoretische Erklärung nur auf einen ohne jeden Anhalt vorausgesetzten unterdrückten Staminalkreis berufen kann, das sich aber in meine Auffassung vollständig einfügt, weil derselben gemäss der Typus der Rhamneen in ähnlicher Weise einen Endpunkt der rückschreitenden Entwicklung bezeichnet, wie die Primulazeen, nur in nicht so eingreifender Weise, und wenn man dann hier nach dem oben in Betreff der parasitischen Formen aufgestellten Gesetze fragt, so ist die Antwort darauf durch die parasitische Form der Laurineen, die Cassyta, in einer besonders schlagenden Weise gegeben, die so als parasitische Form zu den Laurineen steht, wie Cuscuta zu den Convolvulazeen, nur dadurch noch auffallender, dass eben die Laurineen kein windendes Wachstum haben, und die durch 12 Stamina, von denen aber die 3 innersten steril sind, während von den 9 fruchtbaren die beiden äusseren Wirtel nach innen, die inneren nach aussen sich öffnen, direkt den Laurineen sich anschliesst, aber so, dass in ihr das Gesetz des Parasitismus für die ganze rückschreitende Entwicklung des Myrtentypus vertreten ist. Von den einzelnen den Rhamneen sich anschliessenden Formen erwähne ich nur im Vorübergehen Eichlers wegen die Lacistemeen, als eine Form, welche anomal baumförmigen (kleinbaumförmigen) Wuchs mit Kätzchen, welche aus vollständigen Blüten gebildet sind, zu verbinden sucht und in der Blüte an die Rhamneen sich anschliesst. Die obere Entwicklungsgruppe des Myrtentypus stellen die beiden mächtigen Familien der Rosazeen und der Papilionazeen dar, welche zu den Myrten sich so verhalten wie die Lythrarien zu den Saxifrageen, indem sie den umständigen Charakter nicht durch Verwachsung des Kelches (Tubus) mit dem Fruchtknoten, sondern durch Stellung der Krone und der Staubgefässe auf dem Kelchrand oder, richtiger ausgedrückt, des Kelches, der Krone und der Staubblätter auf dem Rande des Tubus, d. h. der ringförmigen Erhebung ausdrücken, und indem sie in solcher Weise den oder die Fruchtknoten wieder freistellen, die ganze Entwicklung auf den Grundtypus zurückführen. Und das geschieht nun in der Weise, dass durch ihren charakteristischen Gegensatz diese beiden grossen Familien auf den durch die vier Grundtypen der

unterständigen Blüte ausgedrückten Gegensatz zurückgewiesen werden. Die Rosazeen, deren Typus die Gattung Rosa darstellt und welche dann in den Pomeen Potentilleen Poterien Spireen Quillajeen Pruneen und Chrysobalaneen auseinandergehen, haben durch typische Vermehrung der Staubgefässe und zusammengesetzten typisch apokarpen Fruchtknoten ebenso eine innere Beziehung zum Ranunceltypus, wie die Papilionazeen durch Reduzirung der Staubgefässe auf 10 und einheitliches Fruchtblatt eine innere Beziehung auf die Karyophylleen, wobei diese durch die Verwachsung der Staubfäden zugleich an den Malventypus und durch die Bildung des Fruchtknotens aus einem Blatte, welcher die Samenknospen einseitig wie die Balgfrucht der Ranunculazeen, aber an den Mittelnerv, wie die Violarien trägt und zweiklappig wie die Kruciferen aufspringt, eine Beziehung zu der ganzen unterständigen Blütenentwicklung in sich aufnehmen, wodurch es dann auch motivirt ist, dass sie als fünfzählige scheinbar unterständige freiblätterige Blüte durch Annäherung oder angedeutete Verwachsung der beiden unteren Blätter wie auf vier reduzirt den Labiatentypus in sich aufnehmen und so die prägnanteste Form der unregelmässigen Blüte mit Vorbildung oder Nachahmung tierischer Formen darstellen. — Ich muss nun mit diesen Andeutungen über die Durchführbarkeit des Principes in dem reichen Formgebiete sowohl der Familien der Rosazeen und Papilionazeen in ihrer Beziehung aufeinander, als in ihrer und des ganzen Malventypus Beziehung zu der unterständigen und oberständigen Blütenentwicklung mich begnügen und gehe nur noch auf die Beziehung zu den Cupuliferen ein, um den Abschluss der ganzen Ausführung zu gewinnen. Der Typus der Rhamneen hat natürlich keine besondere Beziehung zu den Cupuliferen aufzuweisen, und die Rosazeen und Papilionazeen beweisen ihren die ganze Entwicklung abschliessenden Charakter im Wachstum darin, dass bei ihnen krautartiges, strauchförmiges und baumförmiges Wachstum in allen Abstufungen vorkommt; eine spezifische Annäherung an die Cupuliferen ist aber auch bei ihnen nicht angezeigt; sie stehen ja, um mit Rückblick auf das Schema zu sprechen, in der Oeffnung des Winkels, den von der Vorstufe aus die in den Gegensatz der typischen Blüten- und der typischen Baumentwicklung auseinandergehende Entwicklung macht, jedoch nicht ganz in derselben Weise; die Rosazeen stehen in den Pomeen und Pruneen den Myrten und also den Cupuliferen näher als die Papilionazeen, die auf die Karyophylleen zurückweisen. — Blicken wir also auf die ganze Entwicklung zurück, so sehen wir zunächst die Urtizeen als die spezielle Vorstufe der Cupuliferen in den Ulmen in mächtiger Baumform mit geringer, aber noch vollständiger Blüte bis unmittelbar an die Cupuliferen heranreichen, eine Beziehung, die wir erst dann in ihrer inneren Bedeutung vollständig würdigen können, wenn wir von der anderen Seite am Ziele bei den Juglandeen angekommen sein werden, wie diese durch die eine central aufrechte und hervorgehobene Samenknospe mit der Gattung Urtica in grundwesentliche Beziehung gesetzt sind. Von derselben Gruppe aus, welche ja auch den Versuch des Compositencharakters mit unterständiger Blüte einschliesst, treten dann noch die Plataneen nahe an die Cupuliferen, indem sie unvollständige und verkümmerte Blüten nach Weise der Compositen auf einen Blütenboden zusammengestellt mit mächtiger Baumform verbinden. Ihnen stehen zunächst die Amberbäume (Liquidambar) und diesen wieder die Gyrokarpeen, welche durch ihre mit Klap-

pen aufspringenden Antheren schon in den Kreis der baumförmig wachsenden Pflanzen sich stellen, welche wie die Laurineen an die Myrten sich anschliessend in ein bestimmtes Verhältniss zu den Cupuliferen treten, schon dadurch, dass männliche und weibliche Blüten, die je in Köpfchen zusammenstehen, als unterständig und oberständig unterschieden sind. Weiterhin führt dann die höhere Entwicklung des Myrtentypus in ihrem Zusammenhange, oder man kann sagen ihrer Verschmelzung mit der vorhin in ihren Anfängen bezeichneten weiteren Entwicklung des Malventypus und die Beziehung beider zur typischen Baumform zu solchen Formen, worin sich in ähnlicher Weise, wie wir es von Seiten der Contorten an den Oleazineen (Fraxinus, Ornus) gesehen haben, die Beziehung zu den Cupuliferen in gegenständigen Blättern ausspricht. Wenn die Hippokastaneen zu dem auf die Myrten oder auch auf den Malventypus zurückführenden Grundbau unregelmässige freiblätterige Blüte und (hier handförmig) gegliedert zusammengesetzte Blätter von den Papilionazeen aufnehmen, diese aber als opponirt mit mächtiger Baumform verbinden, so sehe ich darin eine Form, in welcher diese ganze Entwicklung ausdrücklich gegen die Cupuliferen sich abgrenzt, denen sie in der Fruchtform sich annähert, und indem dann die Acerineen, ebenfalls Bäume mit gegenständigen handnervigen oder fiedernervigen auch zusammengesetzten Blättern, unterständiger freiblätteriger regelmässiger, aber verkümmernder Blüte, welche die inneren Blütenteile in eine kupulaförmige Scheibe zusammenfasst, den Fruchtknoten ganz nach Weise der Umbelliferen zu einer zweiteiligen beflügelten Kapsel, deren Teile an einer sich spaltenden Mittelsäule hängen, ausbilden, so sehe ich darin die Form, in der die ganze freiblätterige Blütenentwicklung, welche ja oberständig mit den Umbelliferen begann, gegen die Cupuliferen sich abschliesst, und so kommen wir endlich durch die Terebinthiazeen, speziell die Anakardiazeen, welche eine Samenknospe und eine monströs entwickelte Cupula haben, zu den Juglandeen, welche nur durch die eine Samenknospe und die zusammengesetzten Blätter von den Cupuliferen sich unterscheiden, wo wir das dann auch ungezwungen erklären können, dass sie so tief in die durch die Cupuliferen vertretene Idee eindringen, dass sie nicht mehr durch gegenständige Blätter sich gegen sie abschliessen. — Dass nun dieser ganze Teil meiner Ausführung noch eine ganz andere Durchführung finden muss, aber auch finden kann, dessen bin ich mir wohl bewusst; hier würde ich es nicht leisten können, wenn ich nicht mein ganzes Ziel verfehlen wollte; deshalb wage ich es, für jetzt mit dem Gegebenen mich zu begnügen und mit gutem Mute auf das grundentscheidende Verhältniss der Cupuliferen zu den Juglandeen näher einzugehen. Nur das Eine will ich noch besonders hervorheben, dass die Rücksicht auf die gegenständigen oder nicht gegenständigen Blätter in der Reihe dieser central den Cupuliferen sich annähernden Formen nicht willkürlich, sondern aus dem tiefsten Grunde des gestaltenden Gedankens genommen ist. Wenn meine Ansicht von der Bedeutung der Cupuliferen als der typischen Baumform, worin die Urform des Individuums im Kampfe mit der Blütenentwicklung sich durchgesetzt hat, richtig ist, so sind wir in diesem Verhältnisse der Juglandeen zu den Cupuliferen an einem Punkt angekommen, wo der Sinn des die Erscheinung gestaltenden Principes in eminenter Weise zum Ausdruck kommt, ähnlich wie wir es vorläufig schon in der äusseren Annäherung des Fruktifikationsprocesses der höheren Kryptogamen an die Phanerogamen bei entschie-

denster innerer Verschiedenheit gesehen haben. Die Juglandeen stehen den Cupuliferen und speziell den Eichen als nur baumförmig wachsende Pflanzen mit wechselständigen Blättern und monöcischen Blüten aus Jahrestrieben, deren männlicher Teil in bald abfallenden Kätzchen normal unterhalb der als oberständig angezeigten Stempelblüte steht, so nahe, dass sie jetzt allgemein als nächste Angehörige derselben betrachtet werden, weil man die zusammengesetzten Blätter und andere habituelle Abweichungen nicht für wichtig genug hält, sie weiter von ihnen zu entfernen. Dabei hat man dann aber gewiss nicht übersehen, aber in seiner Bedeutung nicht erwogen, dass die Juglandeen im innersten Baue der Blüte von den Cupuliferen sich dadurch wesentlichst unterscheiden, dass sie nur eine central aufrechtstehende und zugleich als solche durch einen besonderen Untersatz (fast wie die Kapsel von Polytrichum) hervorgehobene Samenknospe haben gegenüber dem dreiteiligen und sechsknospigen Fruchtknoten der Cupuliferen, der freilich dann auch nur einen Samen entwickelt. Welche noch viel tiefer reichende Bedeutung dieser Unterschied bekommt, wenn wir beachten, dass die Samenknospe bei Juglans orthotrop, die von Quercus aber anatrop ist, werden wir später sehen, wenn wir diesen bis jetzt absichtlich noch zurückgeschobenen wichtigsten Unterschied in Betracht ziehen. Einen anderen trotz seiner äusseren Geringheit sehr wesentlichen Unterschied scheinen aber die Botaniker, namentlich die neuesten, nicht blos unerwogen gelassen, sondern fast übersehen zu haben, dass nämlich die Stempelblüte bei Juglans nicht wie bei Quercus als oberständig und zwar viel entschiedener als bei Quercus oberständig angezeigt ist, sondern dass sie auch einen doppelten Wirtel, also Unterscheidung von Kelch und Krone, und zwar letztere nahezu freiblätterig zeigt, Wenn wir diese Umstände zusammennehmen, so werden wir sehen, dass in dem Verhältnisse der Juglandeen zu den Cupuliferen so exakt wie möglich der Grundgedanke von dem in den Monokotylen eingeleiteten und in den Dikotylen ausgeführten Gleichgewichtskampfe zwischen typischer Darstellung des Individuums und typischer Darstellung der Blüte mit Rücksicht auf die Unterscheidung von oberständiger und unterständiger, verwachsener und freiblätteriger Blüte ausgedrückt ist. Die Cupuliferen stehen in der innersten Blütenanlage auf dem monokotylen Standpunkte der Liliazeen und setzen nun, indem sie die Differenz der oberständigen und unterständigen Blüte in die Zerlegung der Blüte nach ihren beiden wesentlichen Grundbestandteilen (monöcisch und mit Einhaltung der normalen Stellung) verlegen und zugleich den dreiteiligen, sechsknospigen Fruchtknoten auf die eine Eichelfrucht reduziren, das Individuum in der vollendeten Baumform durch. Die Juglandeen haben die eine Samenknospe, die überhaupt den Anfang der Entwicklung bezeichnet, von den Gramineen, von den Polygoneen, von den Urtizeen aufgenommen und mit der Andeutung einer vollkommenen Blüte mit Unterscheidung von Kelch und Krone, aber oberständig verknüpft, verlieren aber ebensoviel an typischer Darstellung der Baumform. Ich mache noch darauf aufmerksam, dass auch bei den Urtizeen die eine centrale Samenknospe besonders hervorgehoben ist und dass die Juglandeen mit den Eichen (und daher, wie wir wissen, mit den Corylazeen und den Betulazeen, aber nicht mit Fagus und Castanea) die Entwicklung der Samenknospe erst nach der Bestäubung teilen; das volle Gewicht dieser Verhältnisse werden wir, wie gesagt, erst empfinden, wenn wir die noch vor-

behaltene Keimlage in Erwägung ziehen werden. — Bezeichnen uns nun, insofern die durchgesetzte Darstellung der Urform im Individuum und nicht die Blüte das höchste ideale Moment in der Pflanze ist, die Cupuliferen und speziell die Eiche den Höhepunkt der Pflanzenentwicklung, so ist nach dem allgemeinen Entwicklungsgesetze darin motivirt, dass sich an diesen Höhepunkt auch die Hauptform der rückschreitenden Entwicklung anschliesst. Das führt uns zu der letzten Hauptgestaltung, der rückschreitenden, d. h. der auf die Kryptogamen zurückbiegenden phanerogamischen (dikotylen) Entwicklung und zunächst zu der Hauptform derselben, den Koniferen. Ich werde jedoch, ehe ich dazu übergehe, noch einiges aus der normalen Entwicklung ergänzen, was erst nach der klargelegten Stellung der Cupuliferen in ihrem Verhältnisse zu den Juglandeen verständlich werden konnte. Die Hamamelideen sind eine bedeutende Familie strauchartig bis kleinbaumartig wachsender Pflanzen, welche in der Blütenbildung sich so entschieden den Saxifrageen anschliessen, dass sie von ihnen kaum zu trennen sind, durch ihre Tracht aber so den Corylazeen gleichen, dass sie zu diesen gestellt wurden. Das Rätsel löst sich, wenn wir in ihnen in dem grossen Umfange der ganzen Entwicklung so eine der Stellung der Saxifrageen angemessene Abgrenzung des strauchförmigen Wachstums gegen die reine Baumform sehen, wie im engeren Kreise der Cupuliferen die Corylazeen zu den eigentlichen Cupuliferen stehen. Dabei erinnern wir uns, dass die Hamamelideen teilweise klappig aufspringende Antheren haben und zwar in der Weise wie bei den Berberideen. Durch diese auch, wenngleich untergeordnet, ein ideales Moment vertretende Bedeutung des strauchförmigen Wachstums findet dann auch wohl die für meine Durchführung schwierige Form der Myrikazeen ihre Erklärung, welche hiernach als Amentazeen (wo sowohl die weiblichen wie die männlichen Blüten in wahren Kätzchen zusammenstehen) in reduzirter Weise die Juglandeen, denen sie der inneren Entwicklung nach angehören, darstellen, wozu ich bemerke, dass die Erklärung einer Form für mich in dem auf der richtigen Erkenntniss ihrer Gesammterscheinung gegebenen Nachweise ihrer Stellung in der ganzen Entwicklung liegt. Die Amentazeen, wozu ausser den gleich noch zu besprechenden Salizineen nur noch die Betulazeen, die Myrikazeen und die Casuarineen gehören — nicht die Corylazeen, bei denen, wie bei Juglandeen und Cupuliferen die Stempelblüte nicht ein wahres Kätzchen bildet — stehen in der nach den Koniferen zu überschlagenden Richtung, und insoweit ist es nun wieder ein für die Richtigkeit meiner Auffassung augenfälliger Beweis, dass zunächst den Myrikazeen und in Beziehung auf die Betulazeen und Cupuliferen die Form der Casuarineen steht, welche als ächt dikotyle und noch nicht wie die Koniferen gymnosperme Pflanze im Wachstum geradezu die Form von Equisetum darstellt. — Die Salizineen sind am wesentlichsten dadurch charakterisirt, dass sie ausserdem, dass sie ächte Amentazeen sind, nicht mehr monözisch, sondern diözisch blühen, und zwar als die einzige Familie, wo die Diözie, die sonst nur zerstreut vorkommt, zum Familiencharakter gestempelt ist, wozu ich bemerke, dass nach idealer Auffassung eben auch das ein Moment des Verständnisses ist, inwieweit ein bestimmtes Merkmal vereinzelt auftritt oder einen grösseren oder geringeren Formenkreis gestaltend beherrscht. Eine so mächtige Familie der Salizineen gibt es deshalb, weil die Diözie in dem ganzen Gleichgewichtskampfe zwischen Individuum und Blüte ein

Moment, für das Pflanzenreich freilich nur ein überschlagendes Moment im Gegensatze zu dem andern der versuchten absoluten Annäherung der Geschlechtsteile in der Gynandrie bildet, und dass dieses Moment an dieser Stelle in dem Verhältnisse der Amentazeen zu den Cupuliferen in dieser eine mächtige Familie gestaltenden Weise zum Austrage kommt, das ist durchaus verständlich in der ganzen Entwicklung begründet. Ich muss mir aber den Zwang anthun, der unerlässlichen Kürze wegen den Nachweis zu unterlassen, wie alle einzelsten Thatsachen auch hier aus diesem idealen Momente sich erklären und gehe deshalb von allem anderen absehend dazu über, in kurzen Zügen die rückschreitende Entwicklung zu zeichnen. —

### Rückschreitende Entwicklung.

Ich bemerke zunächst, dass ich durchaus nicht, wie man es jetzt mit den Gymnospermen versucht, die rückschreitend phanerogamische Entwicklung den Monokotylen und Dikotylen gegenüber als eine die kryptogamische und phanerogamische Entwicklung vermittelnde in sich nach Weise einer Familie zusammenhängende Pflanzenklasse oder Stufe auffasse. Alle zu der κατ' ἐξοχήν als rückschreitende Entwicklung zusammengefassten Pflanzen sind wahre Dikotyle, nach der richtigen Unterscheidung der Monokotyledonie und der Dikotyledonie, wonach jene das Samenblatt als den Anfang der Spirale, diese aber den Anfang als Blattwirtel bezeichnet, wonach also dikotyl sowohl die Koniferen sind, obwohl diese meistens nicht mit einem Blattpaare, sondern mit einem mehrzähligen Wirtel beginnen, als auch solche, die einen ganz blattlosen Keim haben, wenn sie anders ihre Zugehörigkeit zu den Dikotylen durch ihre anderen Verhältnisse beweisen. Anderseits sind aber nicht alle Pflanzen der rückschreitenden Entwicklung gymnosperm, sondern die Gymnospermie ist nur ein, zwar ein sehr bedeutsames, aber doch nur e i n Merkmal des rückschreitenden Charakters und dieser im Ganzen hat seine ideale Bedeutung darin, dass er ein mehr oder weniger karrikirtes Gegenbild der ganzen normalen Entwicklung darstellt und eben dadurch einen indirekten Beweis für die Richtigkeit der idealen Auffassung liefert. Die Koniferen schliessen sich als typisch baumförmig wachsende Pflanzen mit monözischen Blütenkätzchen den Cupuliferen durch die Amentazeen zunächst die Betulazeen enge an, so dass sie in der gleichmässigen Reduzirung sowohl im Wachstumsprocess des Individuums, als in der Blütenbildung das ideale Moment der Cupuliferen, nämlich die typische Darstellung des Individuums in überschlagender (allein bei den Koniferen fehlt die Fortpflanzung durch Sprossung) und deshalb rückschreitender Weise darstellen. Die Gymnospermie der Koniferen ist aber nichts anderes als die Reduzirung der (weiblichen) Blüte auf den ersten Anfang, die Samenknospenbildung, und wenn dabei die Fruktifikation im Unterschiede von dem normalen Process der Phanerogamen durch Bildung einer Art Vorkeim innerhalb der sich nach der Bestäubung entwickelnden Samenknospen eine Beziehung auf den Process der höheren Kryptogamen, resp. der Heterosporen zeigt, so entspricht das genau der Annäherung des Wachstums an die kryptogamischen Formen oder vielmehr an die Endform der kryptogamischen Entwicklung in den Schachtelhalmen, wobei ich noch bemerken kann, dass diese kryptogamische Vorkeimbildung innerhalb der befruch-

teten Samenknospe bei den Koniferen das überschlagende Moment in dem grossen Gleichgewichtskampfe bildet im Verhältnisse zu der bei Quercus beim Bestäubungsprocesse noch fehlenden Samenknospe. Auf weitere Einzelheiten einzugehen muss ich mich enthalten. — Wie die Koniferen als Gymnospermen mit Anschluss an die Cupuliferen die rückschreitende Entwicklung nach der Richtung des Individuums, so stellt die grosse Gruppe der parasitischen Blütenpflanzen, welche unter dem Namen der Rhizantheen zusammengefasst werden, die rückschreitende Entwicklung der dikotylen Blüte dar. Dass sie mit Recht, in ähnlicher Weise wie ich vorhin von den unterständig verwachsenblätterig blühenden Dikotylen der Differenzirung der freiblätterig blühenden in die vier Grundtypen gegenüber gezeigt habe, als eine zusammenhängende, d. i. von einer Idee getragene Gestaltung aufgefasst werden, wird durch die Uebereinstimmung in wesentlichen Punkten und in ihrer ganzen Tracht begründet. Es sind alle parasitische Pflanzen mit noch normaler Zellbildung, aber sonst die phanerogamische Bildung ganz verleugnend und vollständig pilzähnlich erscheinend, mit hängenden oder excentrischen Samenknospen, bei vollständigen Blüten den Perigonteilen gegenüberstehenden Staubgefässen und blattlosem Keimling. Wenn nun diese ganze ungeheure Entwicklung, welche gleichsam den Blick in ein neues kryptogamisch-phanerogamisches Pflanzenreich eröffnet, gleichwohl deutlich in zwei Hauptrichtungen sich ausgestaltet, deren eine in den Balanophoren, die andere in den Rafflesiazeen gipfelt, so finde ich darin eine überraschende Bestätigung meiner Auffassung, indem die Balanophoren ganz entschieden den Compositen, die Rafflesiazeen aber der grossen Hauptentwicklung der typischen dikotylen Blütengestaltung sich anschliessen, resp. sich gleichsam als Karrikatur ihnen entgegenstellen. Und wenn wir dann mit Recht eine solche anomal rückschreitende Beziehung auf die Umbelliferen zu vermissen scheinen, so werden wir sehen, dass die wieder gymnosperme Welwitschia uns eine unerwartete Befriedigung geliefert hat. Ich werde nun, um den richtigen Einblick in die Schritte dieser rückgreifenden Gestaltung zu eröffnen, auf die Koniferen zuerst die Balanophoren folgen lassen, sowie in der voranschreitenden Entwicklung die Compositen zunächst den Cupuliferen vorangingen. Dann mit Beziehung auf die Umbelliferen die wieder gymnosperme Welwitschia, und hiernach die Rafflesiazeen. Es wird in dieser Weise sich zeigen, dass die innere und äussere rückschreitende Entwicklung der Blüte in einer gegensätzlichen Beziehung aufeinander sich vollziehe, und dass nur letztere mit parasitischem Wachstum verbunden ist, während bei der Gymnospermie die normale Form noch bewahrt wird. Die Balanophoren sind charakterisirt durch die Zusammenstellung vieler kleiner vollständiger oder unvollständiger Blüten mit dreizähligen, zweizähligen oder einfachen Fruchtknoten, so dass die typische Form Balanophora die eine Samenknospe der Compositen, aber nicht als aufrechtstehende, sondern als hängende erreicht, mit mehr oder weniger angedeutetem oberständigen Perigon und verwachsenen Antheren. In diesem Charakter ist die Beziehung zu den Compositen deutlich ausgesprochen, und es ist nicht zu viel gesagt, wenn man eine Form wie Helosis z. B. geradezu als eine pilzartige Karrikatur eines Taraxacum bezeichnet. — Wie nun die typisch nacktblütigen Balanophoren zu den gymnospermen Koniferen, so steht die nicht nacktblütige, aber desto monströsere Rafflesia Arnoldi, die ich mit

gutem Gewissen hier als Repräsentantin dieser ganzen Entwicklung nehmen kann, zu der gymnospermen Welwitschia, die ebenso monströs als jene keine weiteren Formen ihrer Bildung bis jetzt neben sich hat, was schliesslich auch charakteristisch sein kann, wenn man bedenkt, dass die Umbelliferen die einzige Familie mit oberständiger freiblätteriger Blüte sind und dass selbst Tacca, als das monokotyle Vorbild der Umbelliferen in nur einer Form dem Reichtum der Eriokauloneen gegenübersteht. Um die ja namentlich auch bei den Umbelliferen vorkommende spindelförmige Wurzel, welche als ein dikotyles Nachbild der monokotylen Zwiebel im gewissen Sinne die ganze Axenbildung in sich aufnimmt, in die Beziehung mit aufzunehmen, so bekommt man ein richtiges Bild von der monströsen Welwitschia durch die Vorstellung einer kolossalen mit dem Kopf nur wenig über der Erde hervorragenden Möhre, welche die Endknospe in einer wie unorganisch werdenden Verbildung untergehen und nur die beiden Samenblätter zu riessenmässiger Grösse auswachsen lässt und dann aus den Blattwinkeln zapfenförmige Blütenstände erzeugt, welche in der männlichen Blüte durch die Sechszahl der Staubgefässe und noch auffallender durch die sonst ganz unerhörten trithezischen Antheren einen ebenso deutlichen Hinweis auf die monokotyle Blüte, wie durch die nackten Samen und die Zapfenform auf die Koniferen haben. Mit welchem Rechte ich aber diese monströse Bildung mit den Umbelliferen in den nächsten Zusammenhang bringe, wird sofort klar, wenn wir diese richtig verstanden haben als diejenige dikotyle Form, bei der der dikotyle Dualismus, der ja schon in der Rückbeziehung auf die kryptogame Stufe beruht, von den Samenblättern sofort auf die innere Bildung der Blüte im Fruchtknoten übertragen, also der Anfang der Entwicklung sofort in das Ende verlegt und die Begrenzung der ganzen dikotylen Entwicklung ausgesprochen wird, welcher Gedanke dann einseitig festgehalten die monströse Form der Welwitschia erzeugt. Wenn wir bei einer solchen Erscheinung nicht beim leeren Staunen stehen bleiben wollen, so scheint es doch nicht zu kühn zu sein, bei der überschlagenden Herrschaft der monokotylen Dreizahl im Staminodium der Welwitschia, welches nicht blos die Verdoppelung derselben in den 6 Staubgefässen, sondern in jedem derselben in den Antheren wieder zur Geltung kommt, an die 6 Samenknospen im Fruchtknoten der Cupuliferen zu denken, durch deren Ueberwindung in der als oberständig angezeigten Blüte der typischen fünfzähligen Blüte der Weg gebahnt wird. — Von den Umbelliferen als der einzigen oberständigen freiblätterigen fünfzähligen Blüte aus haben wir dann die ganze typische Entwicklung der dikotylen Blüte in den 4 Grundtypen und deren Ausgleichungen mit Beziehung auf die Baumform bis zu der schon grotesk werdenden Blüte von Barringtonia und Belvisia hin verstanden. An diese Form schliesst sich die kolossale und monströse Rafflesia Arnoldi, die ich von der zahlreichen Gruppe der Rafflesien und der Familie der Rafflesiazeen hier allein im Auge habe, in der Weise an, dass sie mit komplizirterer Wiederholung der Aristolochienblüte, ohne unregelmässig zu werden, die Anomalitäten in grotesker Weise in sich vereint, welche die Hemmung der Explikation bezeichnen, die die normale Entwicklung gestaltet. Die Rafflesia hat eine mächtige mit dem Fruchtknoten verwachsene oder den Fruchtknoten bildende Mittelsäule, welche die Samenknospen an Zapfen hängend trägt, von einem breiten Narbenkörper überzogen ist und die Staubgefässe in

einem ringförmigen Leisten so angewachsen trägt, dass die Bestäubung verhindert wird, und dann noch einen oder mehrere ringförmige Wülste zeigt; dieser ganze innere Bau der Blüte ist dann von einer regelmässigen fünfzähligen unterständigen Krone und einem entsprechenden Kelche umgeben. Eine solche Blüte, die hier die ganze Pflanze, die so natürlich nur parasitisch existiren kann, darstellt, vertritt ebenso in grotesker Weise den Gedanken des als Blüte entwickelten Pflanzenindividuums wie Welwitschia das in seiner normalen Entwicklung absolut gehemmte Individuum darstellt, und eine Rafflesiablüte auf einer Welwitschia gedacht (eine phantastische Vorstellung, die aber durch die wirkliche Gestaltung der Natur unmittelbar nahegelegt ist) zeigt uns durch ihre Monstrosität, dass nicht durch die quantitative Entwicklung die Urform und die Grundform der Pflanze im einfachen anschaulichen Individuum repräsentirt sein sollte, sondern in dem durch Knospenbildung zusammengesetzten Individuum, welches dann den Blütenstand und den Gleichgewichtskampf zwischen Individuum, Blütenstand und Blüte bedingt, aus dem wir die monokotyle und die dikotyle Gestaltung verstanden haben. — Hiernach werden wir nur noch eine Hauptform der rückschreitenden Entwicklung erwarten können, die nämlich, welche die Negation dieses ganzen die phanerogamische Entwicklung gestaltenden Principes zum Ausdruck bringt, und die finden wir, wenn wir nun wieder der Gymnospermie als dem einen Hauptmerkzeichen der rückschreitenden Entwicklung folgen, in den Cykadeen, welche in ihrer typischen Form die nackten Samenknospen (und zwar dikotyl mit einem Integumente) und die Staubbeutel an Blättern, die je zu einer Aehre (Spadix) zusammengestellt das betreffende Individuum gipfelständig beschliessen, nach den Individuen — diözisch — verteilen, also die reinste Zerlegung der Blüte in ihre beiden wesentlichen Elemente andeutend darstellen, andeutend, denn sowohl die männliche wie die weibliche Blüte steht auf der Grundlage der Blattbildung, wobei es vollständig anheimgestellt ist, ob man den einzelnen männlichen oder weiblichen Spadix als Einzelblüte oder als Blütenstand bezeichnen will, was dann, insoweit ja der centrale Blütenteil ideal die Axenspitze ist, bei Cycas dadurch ausgedrückt ist, dass der gipfelständige weibliche Spadix nach der Fruktifikation normal sein Wachstum fortsetzt und so den Process wiederholt, ähnlich wie die Antheridienblüte bei Polytrichum die Axe wieder durchwachsen lässt. Die dadurch für die Grunddefinitionen bewirkte Lage der Sache mögen uns die folgenden Worte Eichlers (I, p. 56) klar machen: »Der Fall von Cycas ergibt für die allgemeine Definition der Blüte eine Schwierigkeit. Wenn nämlich jede Blüte eine besondere Axe besitzen soll, wie es die Definition fordern muss, so passt das nicht für Cycas; denn hier haben alle Blüten des nämlichen Stammes nur eine Axe. Die ganze Reihe der Blüten aber für eine einzige Blüte zu erklären, geht hier um so weniger, als sie von Laub und Niederblättern unterbrochen werden, die dann zur Blüte gerechnet werden müssten. Will man nicht darauf verzichten, Cycas ♀ noch in den Begriff der Blüte aufzunehmen, so wird man nicht umhin können, den letzteren noch dadurch zu präzisiren, dass man die Einheit der Zeit noch der Einheit der Axe hinzufügt, d. h. bestimmt, dass nur solche Organe zu einer Einzelblüte gehören, die auch gleichzeitig an der Blütenaxe vorhanden sind.« Wir sehen, die Thatsache ist, dass wir in Cycas eine Form vor uns haben, in der die Auseinandersetzung der Grundbegriffe von Individuum Blüten-

stand und Blüte als das Princip der phanerogamen Gestaltung ausdrücklich negirt und deshalb, obwohl die Pflanze im Samen entschieden dikotyl ist (nur durch die bemerkbare Ungleichheit der Samenblätter das gestörte Gleichgewicht typisch ausdrückend), in centraler Weise auf die kryptogamische Gestaltung mit spezieller Beziehung auf die Moose als kryptogamische Centralform zurückgewiesen wird. Um dieses letztere wenigstens noch einigermaassen auszuführen, erinnere ich, dass wir eine monströse Form, wie bei Rafflesia oder auch nur Welwitschia hier nicht erwarten können; die Cykadeen sind ihrer idealen Stellung nach auf die Urform angewiesen, die sie mit Anlehnung an die Palmen und nebenbei die Koniferen und die Farne so vertreten, dass sie in der ganz eigentümlichen Holzbildung auf die Bildung der Seta der Moose zurückgehen, indem sie zugleich in der Blütenbildung ganz an die Aehre der Schachtelhalme, und in den eingerollten (palmenartigen) Blättern an die Farne erinnern. Das mag hier genügen. —

Neben diesen 5 Hauptformen, den Koniferen, den Balanophoren, der Welwitschia, den Rafflesiazeen und den Cykadeen, welche den Gedanken der rückschreitenden Entwicklung ausfüllen, kann es, wenn der Grundgedanke richtig ist, keine ihnen gleichstehende Hauptform mehr geben; nichts aber hindert, so wie wir durch die ganze phanerogamische und speziell dikotyle Entwicklung die mannigfachsten Rückbeziehungen auf die kryptogamische Stufe bemerkt haben, nachträglich noch die Spuren dieser Richtung von den bezeichneten Endpunkten aus weiter aufwärts zu verfolgen, und auch diesen letzten Schritt können wir mit voller Sicherheit thun. Gymnosperm finden wir ausser den genannten nur noch zwei Gattungen, Gnetum und Ephedra, welche mit Welwitschia jetzt gewöhnlich als die Familie der Gnetazeen zusammengefasst werden. Diese beiden Gattungen fügen sich aber auf das vollständigste in den Gedanken ein durch den Umstand, dass bei ihnen (wie auch bei Welwitschia) in demselben Maasse die Gymnospermie durch ein in die Form eines Griffels ausgezogenes Integument verdeckt ist, wie sie in ihrem ganzen Habitus der normalen Entwicklung sich annähern und zwar in der Weise, dass sie, im allgemeinen den unvollkommenen Koniferen sich anschliessend, in der einen Form Ephedra ebenso entschieden zu Casuarina, wie in der andern Gnetum zu den Chlorantheen sich stellen, wobei dann noch der Umstand zur besonderen Bestätigung meiner Auffassung dient, dass Ephedra die weiblichen Blüten achselständig mit einem Integumente, Gnetum gipfelständig mit zwei Integumenten hat. Wir stehen nämlich hier an dem Punkte, wo die Scheidung der monokotylen und dikotylen Entwicklung angezeigt ist. — Eine sehr verständliche und beweisende Form sind für mich ferner die Podostemoneen, Wasserpflanzen, welche auf einer vollständig lebermoosartigen Grundlage Blätter, die ganz an die Umbelliferen erinnern und — meistens nackte — Blüten zeigen, die rein unterständig und im Staminodium zwischen 1 und 12 und im Bau des Fruchtknotens zwischen Umbelliferen und Kruciferen schwankend (mit sehr schiefen Hälften) unzweideutig den Punkt anzeigen, wo die rückschreitende Entwicklung die in die Differenzirung der oberständigen und unterständigen Blüte gelegte Gestaltung negirend bis zur kryptogamen Bildung zurücksinkt, wo dann die Lebermoosform der Anthoceroten ihr correspondirt. Noch will ich die alleinstehende Gattung Ceratophyllum wenigstens erwähnen mit der Bemerkung, dass wir diese Form, der man

bisher deshalb, weil sie fast mit allen Familien in irgend einem Punkte einige Verwandtschaft zeigt, keine Verwandtschaft hat abgewinnen können, wohl zum Verständniss bringen können, wenn ich die beiden Punkte im Auge behalte, die bei ihr schlechthin eigentümlich sind, dass nämlich der Embryo schon im Samen eine in fortschreitenden Wirteln sich entwickelnde Plumula bildet und dass die gabelig gestalteten Blätter die Spitze abstossen und wieder erzeugen, was sonst nur noch bei Algen vorkommt. Mit Beachtung dieser charakteristischen Eigentümlichkeiten würde ich wohl alle anderen Charaktere dieser Gattung, die ja nun doch einmal (wie Thelygonum) eine Familie für sich bildet und somit der Familienbildung im gewöhnlichen Sinne spottet, auf ihre ideale Stellung zurückführen können, dass sie in rückschreitender Bewegung den Anteil vertritt, den das Wasser im Gegensatze zur Luft bei der Pflanze für sich in Anspruch nimmt. Doch ich muss, durch die Masse überwältigt, von weiterer Verfolgung des Einzelnen abstehen, weil mir noch ein tieferer Rückblick in die Grundlage der Gestaltung übrig bleibt. —

---

## Kritische Revision der durchgeführten Auffassung.

Ich werde nämlich jetzt, nachdem die ganze Gestaltung der Phanerogamen nach dem Grundgedanken so nachgewiesen ist, dass jede Form mit Sicherheit auf ihre Stellung im Ganzen zurückgeführt werden kann, mit Beziehung auf das vorhin festgestellte Verhältniss der Moose als der kryptogamischen Centralform zu den Phanerogamen und speziell der Mooskapsel zur Blütenentwicklung, diese von dem innersten bisher absichtlich zurückgeschobenen Punkte, der Samenknospe, aus einer solchen revidirenden Betrachtung unterwerfen, dass ich dadurch zugleich die allgemeinen Gesichtspunkte für die weitere Ausführung der ganzen Arbeit gewinne. — Die Samenknospe (Ovulum), die dem Begriffe nach der Anfang und der Centralteil der Blüte ist, besteht in allen Fällen selbst aus einem centralen Teil, dem Knospenkern, und einem peripherischen, einer einfachen oder doppelten ringförmigen Erhebung, die das Integument des Kernes bildet; einfach ist sie bei den Dikotylen, doppelt bei den Monokotylen, und dann so, dass das zweite äussere Integument nach dem ersten inneren entsteht, was der gesetzlichen akropetalen Blattentstehung zuwiderläuft. Ob der peripherische Teil als Blatt und also der Kern als Axe zu betrachten sei, ist nach meiner Ansicht ein Wortstreit, wie denn der einzige Fall, wo die Beobachtung einen Anhalt für die Entscheidung darüber bietet, dass nämlich bei den Koniferen der Ring aus zwei verwachsenen Hälften zu bestehen scheint, welche bei terminaler Blüte mit Kreuzung an das vorausgehende Blätterpaar sich anschliessen, Eichler nach genauester Erwägung dahin bestimmt, über die Natur des Integumentes sich nicht zu entscheiden und in der Samenknospe weder ein Ovulum noch einen Fruchtknoten zu sehen, sondern ein Mittelding, was er dann im Sinne der Blutsverwandtschaftstheorie auszubeuten geneigt ist. Ich begnüge mich damit, in dieser Beschaffenheit der Samenknospe einfach und klar den Grundbegriff der Blüte im Gegensatze des Centralen und Peripherischen ausgedrückt zu sehen und bemerke, dass die Botaniker,

insoweit an der Knospennatur des Ovulum im allgemeineren Sinne kein Zweifel sein kann, sich in dem Streite darüber doch viel zu sehr durch den Ort der Entstehung haben verwirren lassen, da eine Knospe überall nur nicht an der Wurzel (Wurzelspitze) entstehen kann und also das gestaltende Princip hier vollständig freie Hand hatte. Es ist bei der Samenknospe als Grundlage der Blüte genau dieselbe Frage, wie bei den Laubknospen, inwieweit sie nämlich, da sie in sich kein festes Gesetz der Entstehung haben, an das Blatt und also an das Gesetz der Blattstellung geknüpft werden sollen. — Viel wichtiger ist die sehr feste Unterscheidung der monokotylen Samenknospe mit zwei und der dikotylen mit nur einem Integumente, worin, wenn ja die Gestalt der Samenknospe eben nur die Grundidee der Blüte im Gegensatze des Centralen und Peripherischen ausdrückt, das Uebergewicht der Blütenbildung, womit die Monokotylen in die Entwicklung im Ganzen eintreten, ausgesprochen ist, und das um so mehr, weil die der akropetalen Entstehung der Blätter, auf der die normale Ausgestaltung des Individuums beruht, zuwiderlaufende Entstehung des äusseren Integumentes nach dem inneren direkt den Eingriff der Blüte in das Individuum besagt, den Grundgedanken, worauf ja die ganze phanerogamische Gestaltung beruht. — Beachten wir dann noch, dass in Betreff der ausgestalteten Blüte selbst nun ja bei den Dikotylen im Gegensatze zu den Monokotylen das Verhältniss sich umkehrt, indem die Monokotylen typisch nur eine Blütenhülle, die Dikotylen eine doppelte, als Kelch und Krone differenzirte haben, so brauchen wir dieses nur richtig zu verstehen, um sofort hier schon auf den Grundzug des Gleichgewichtstrebens zu stossen, das die ganze Ausgestaltung trägt, wobei wir dann notwendig auf die Zahl reflektiren müssen. Bei der typischen monokotylen, der Liliazeen-Blüte, sind ebenso gut wie bei einer typischen dikotylen Blüte zwei Wirtel für die Blütenhülle verwendet; der Unterschied ist nur der, dass bei der dreizähligen Blüte auch der zweite Wirtel vollständig in die kronenartige Bildung hineingezogen ist, während dikotyl ein Kelch- und ein Kronenwirtel unterschieden wird, wo aber, wie schon bemerkt, die Fünfzahl nicht so energisch in der Gestaltung durchgreift, wie die Dreizahl bei den Monokotylen. Hiernach werden wir es verstehen, dass die eine Blütenhülle bei den Monokotylen, d. h. das Hineinziehen auch des zweiten Wirtels in die kronenartige Bildung ganz dasselbe ausdrückt, wie die Entstehung des äusseren Integumentes bei der Samenknospe nach dem inneren, und dass, wie dieses Ueberwiegen der Blütenidee die Depression der Axe (des Individuums) zur Zwiebelform bedingt, so in dieser Ausgleichung in Betreff des Integumentes und der ausgestalteten Blütenform bei Monokotylen und Dikotylen schon der ganze die Gestaltung tragende Gleichgewichtskampf angezeigt ist. Die durchgesetzte Hauptaxe bei den Cupuliferen mit Unterdrückung des lilienartig dreiteilig (mit 6 Samenknospen) angelegten Fruchtknotens ermöglicht so die reine Darstellung der fünfzähligen Blüte in den Karyophylleen, wie die dreizählig durchgesetzte Lilienblüte die Depression der Axe zum Zwiebeldiskus bedingt. Diese noch indifferent blos den Gegensatz des Centralen und Peripherischen in dem Knospenkern und den Integumenten ausdrückende Samenknospe ist nun aber ebensowenig die direkte anschauliche Grundlage der ganzen Blütengestaltung, wie die einfache Darstellung der Urform in einem blättertragenden Moosstämmchen oder in einer aus dem Samen sich entwickelnden phanerogamen Pflanze die

direkte und anschauliche Gestaltung des sich entwickelnden Individuums; es soll die Idee sowohl des Individuums als der Blüte durch die Wirklichkeit des durch Knospenbildung in die Zusammensetzung eingehenden Individuums hierdurch aufrecht erhalten und ausgeführt werden, und was dieses, um mich menschlich auszudrücken, besonnene Eingehen in die Teilung der blos quantitativ der Bedeutung der Idee entsprechenden Gestaltung gegenüber zu bedeuten hat, darüber belehrt uns die Vorstellung der einer Welwitschia aufgesetzten Rafflesia, eine Vorstellung, zu der ja die Natur selbst uns anleitet. Wir könnten uns im Gedanken ausmalen, was aus der phanerogamischen Gestaltung hätte werden können, wenn wir einem in der kolossalen Dimension einer Welwitschia gedachten Moospflänzchen eine Samenknospe als Gipfelknospe aufsetzen, aus der sich eine Blüte in der Dimension einer Rafflesia Arnoldi entwickelte, wobei dann eben nur zu erfassen ist, dass die Monstrosität dieser Erscheinungen uns ein Fingerzeig sein soll, um das wirkliche Gesetz der normalen Entwicklung zu verstehen. Darin führt uns dann die weitere Beobachtung der Entwicklung der Samenknospe mit Sicherheit weiter. — Eine zweite in Betreff der sich entwickelnden Samenknospe durch die Beobachtung sicher festgestellte Thatsache ist nämlich die, dass jeder durch die Fruktifikation in der Samenknospe erzeugte Keimling, der das neue Individuum in seiner mehr oder weniger fertigen Anlage darstellt, ursprünglich und nach ausnahmslosem Gesetze zu dem erzeugenden Individuum, resp. zu der Blütenaxe die umgekehrte Lage einnimmt, d. h. mit seiner Spitze der Spitze der Mutteraxe zugekehrt, mit seiner Wurzel von ihr abgekehrt ist: dass dann aber im weiteren Fortschritte der Entwicklung in den allermeisten Fällen verschiedene Veränderungen in dieser ursprünglichen Lage vorgehen, welche sich, wie ich zeigen werde, in der Beobachtung als eine charakteristische Bestätigung des idealen Grundgedankens erweisen, in der Weise, dass durch dies Verhalten in den innersten Vorgängen, wobei an irgend welche äussere Einwirkung nicht zu denken ist, das ganze Verhältniss der Idee zu ihrer stofflichen Verwirklichung ausgedrückt ist. Um das Ergebniss mit einem Worte zu bezeichnen, so ist es dieses: Die conservirte ursprüngliche, also gegenläufige Lage, die atrope Samenknospe, drückt den Gegensatz zu der in der Differenzirung sich gestaltenden normalen Entwicklung aus, während die vor sich gehenden Veränderungen in der Lage des Keimes die Wendungen bezeichnen, welche die Hauptschritte dieser normalen Gestaltung darstellen*. —

Stellen wir zunächst die Grundthatsache und ihr Verständniss fest. — In jeder Samenknospe hat der durch die Fruktifikation entwickelte Keim, der das neue Individuum in seinem wirklichen Anfangszustande darstellt, die umgekehrte Lage zur Blütenaxe, resp. zur Mutterpflanze; er liegt mit seiner Spitze (Kopfende) der Spitze der Mutteraxe zugewandt, mit seinem Wurzelende abgewandt; ist also ihr gegenläufig. Das ist ein ausnahmsloses Gesetz in der Pflanzengestaltung, ebenso wie das in der Richtung nach unten und nach oben, d. h. in der Richtung auf das Centrum der Erde, und die ihr entgegengesetzte, d. h. auf das Centrum des

* Die Terminologie ist hier noch in ähnlicher Weise schwankend, wie bei der oberständigen und unterständigen Blüte. Atrop ist der die ursprüngliche der Mutteraxe gegenläufige Lage bewahrende Keimling, während der anatrope (umgewendete) Keim dem Augenscheine nach derselben entsprechend liegt und insoweit als orthotrop bezeichnet werden kann. Ich halte die Bezeichnung nach der ursprünglichen Anlage fest.

Planetensystems bestimmte Wachstum der Axe, und wie die centrale Stellung des Stempels und die peripherische der Staubgefässe, d. h. wie der Ausdruck des Centralen und Peripherischen in der Blüte. Einen sogenannten realen Erklärungsgrund für dieses Gesetz gibt es absolut nicht; ideal aber verstehen wir es sofort als den Ausdruck des Verhältnisses der Blüte zum Individuum, als der Umkehr des Prozesses der Urform in ihr. Wenn wirklich die Blüte die Umkehr des Prozesses der Urform zur Erzeugung des neuen Individuums ist, wie sollte da nicht eben dieses Verhältniss seinen Ausdruck finden, vorausgesetzt, dass wir an einen den Stoff nach der Idee gestaltenden Willen glauben? —

Wir müssen nun, um die phanerogamische Gestaltung ganz zu erfassen, uns des Mooses erinnern. Hier sehen wir auf der einfach und rein dargestellten Urform aus der Centralzelle des Archegoniums durch die Fruktifikation ein neues Individuum entstehen, welches als die zweite ergänzende Hälfte dem ersten mechanisch eingefügt wird; daher wächst das neue Individuum (die kapselbildende Seta) aus dem alten in gerader Richtung heraus. Indem aber phanerogamisch der noch mechanische Prozess des Mooses organisch umgestaltet, die Fortpflanzung nach dem geschlechtlichen Prozess an die Blüte, an die Umkehrung des Prozesses des Individuums, geknüpft wird, so würde das neue Individuum, welches nun als ein organisches Glied an der Mutterpflanze erscheint, aber nach dem Begriffe und Gesetze der Blüte in gegenläufiger Lage zu ihr, wenn es nach Weise des Moossporogoniums auswüchse, widersinnig in die Mutterpflanze hineinwachsend gedacht werden müssen. Daher bleibt die ursprüngliche umgekehrte Lage nicht, sondern der verkehrt liegende Keim wird, indem er selbst seine gerade Richtung behält, durch den auswachsenden Träger (Funiculus) in seiner Lage umgekehrt, so dass er jetzt rechtläufig zur Mutteraxe liegt. Das ist die anatrope Samenknospe, die den richtigen Gedanken der phanerogamischen Blüte ausdrückt, die als organischer Teil an der Pflanze erscheint, daher dies im Grossen und Ganzen als das normale Verhältniss bezeichnet werden muss. In dieser Umdrehung ist es aber nun schon bedingt, dass sie auch mehr oder weniger vollständig vor sich gehen kann, und namentlich auch so, dass der gerade bleibende Keim horizontal auf den Funiculus zu liegen kommt, amphitrope Samenknospe, wobei zu merken, dass hier wie überhaupt in ähnlichen Verhältnissen bei der Pflanze kein Gewicht darauf gelegt ist, ob die Spitze und die Drehung nach rechts oder nach links gewendet ist. Es kann endlich auch geschehen, dass der Keim in sich selbst mehr oder weniger gebogen und verbogen wird, kampylotrope Samenknospe, deren höchster Grad als lykotrope bezeichnet wird. Alle diese Modifikationen haben ihren festen Sitz je nach den Familien, und es ist begreiflich, dass, wenn in diesem Verhalten der Grundgedanke nachgewiesen werden kann, darin die stärkste beweisende Kraft für die Richtigkeit desselben gelegen ist. Es sind aber bei dem Nachweise noch zwei wesentliche Punkte zu beachten, nämlich erstens die Zahl der Samenknospen, die zu einer Blüte verwendet sind, nämlich ob eine oder viele; denn hier wiederholt sich, was wir schon bei dem Verhältnisse der kryptogamischen Axenspitze zu der phanerogamischen gesehen haben, dass durchgehends von der Eins gleich in die unbestimmte Vielheit hinübergesprungen wird: niedrigere Zahlen treten nur in wenigen Fällen in fester und hervorgehobener Bedeutsamkeit auf. Zweitens die Stelle der Anheftung oder die Plazentation, die dann selbst

wieder mit der Zahl in notwendiger Beziehung steht und den Wert der Lage des Keimlings wesentlich mitbestimmt. Wo überhaupt nur eine Samenknospe vorhanden ist, was, wenn es nicht in besonders hervorgehobener Weise stattfindet, bei der Zusammengesetztheit des Individuums immer eine geringe Blüte anzeigt, da ist diese naturgemäss central gestellt; kann aber entweder atrop oder anatrop und entweder central aufrecht oder central hängend sein (um die centrale amphitrope oder kampylotrope eine Knospe, die meines Wissens nicht vorkommt, nicht zu berücksichtigen), wo dann offenbar die central aufrechte anatrope und die central hängende atrope Knospe in die rechtläufige und die central hängende anatrope in die gegenläufige Richtung der atropen eintritt. Bei vielen Samenknospen in einem Fruchtknoten tritt entweder die Tendenz auf, sie möglichst central zusammenzustellen oder der centralen Stellung durch eine horizontale auszuweichen, die dann entweder auf einer centralen Plazentation an einer Mittelsäule oder auf einer excentrischen beruhen kann, und dabei ist dann noch wieder die weitere Möglichkeit (bei einer centralen Plazentation an einer Mittelsäule, denn bei der excentrischen ist davon nicht Rede) zu beachten, dass die Samenknospen entweder ganz horizontal oder aufsteigend oder absteigend und in beiden Fällen entweder der Mittelsäule zugeneigt oder von ihr abgekehrt (epitrop oder apotrop) sein können. Alles dieses sind in der Sache gegebene mathematische (räumliche) Möglichkeiten, die man, wie sie in der Natur als Grundlage der Blüten, resp. der Pflanzengestaltung realisirt sind, eben auch als solche, und nicht als Mysterien, aber auch nicht als Spielereien betrachten muss, sowie, mutatis mutandis, die Combinationen der Krystallformen. — So aufgefasst wird uns die Lage und Richtung des Keimlings, resp. des Samens der sicher leitende Faden im Labyrinthe der Gestaltungen sein. —

Wenn nun die Auffassung richtig ist, so müssen wir bei der Revision, wie bei der Probe auf ein Rechenexempel, von den Formen der rückschreitenden Entwicklung ausgehen können; vor allen also von den Cykadeen, als der Spitze der rückschreitenden Entwicklung, nur dass wir uns die Atropie derselben nicht in der Weise zum Fallstricke für eine willkürliche und künstliche Zusammenfassung werden lassen, wie es den neueren Botanikern mit der Gymnospermie ergangen ist, Es ist eben der Grundzug und die Grundbedingung der idealen Auffassung, die Formen aus der gleichmässigen Berücksichtigung aller Merkmale zu erklären. Es ist aber die Vereinigung der Atropie, der Gymnospermie und der Diözie in einer die Grundidee in ihrer Form nicht verleugnenden Pflanze, was die Cykadeen, oder genauer gesprochen, die Gattung Cycas als die typische Form der Cykadeen, zur Spitze der rückschreitenden Entwicklung macht. Nur durch diese Combinationen war es möglich, dass Cycas eine Pflanze darstellt, welche den Grundgedanken der phanerogamen Gestaltung, die Auseinandersetzung der Begriffe des Individuums, des Blütenstandes und der Blüte positiv verleugnet und die Grundbegriffe selbst verwirrt. Wir fassen also die atrope Samenknospe nicht ohne weiteres als das spezifische Merkmal der rückschreitenden Entwicklung auf, sondern beachten weiterhin, dass bei den gymnospermen, jedoch nicht entschieden atropen Koniferen die Entwicklung des Individuums (die durchgesetzte Axe) zwar in überschlagender Weise stattfindet, in Betreff der Blüte aber die Anordnung der gepaarten Samenknospen an spiral zu

dem Zapfen gestellten Blättern die Unterscheidung von Blüte und Blütenstand in derselben Weise unmöglich macht, wie Cycas die aller drei Grundbegriffe; dass ferner die Gnetazeen und speziell Welwitschia, indem sie die Unterdrückung des (dikotylen) Individuums prägnant ausdrücken, die reine Gymnospermie zu Gunsten der Blütenbildung durch eine scheinbare Samen- oder Blütenhülle (das wie in Form eines Griffels auswachsende Integument) verleugnen und sogar die Andeutung einer vollständigen Blüte in sich aufnehmen; dass endlich die Balanophoren und Rafflesiazeen in Betreff der Keimlage sich gewissermaassen ausserhalb des Streites setzen, indem sie gar keinen phanerogamisch entwickelten Keim bilden, anderseits aber als Parasiten und durch ihre sonstige monströse Gestaltung das Individuum als Urform ganz verleugnen. — Greifen wir nun, um den idealen Wert der Abweichungen von der ursprünglichen Atropie zu bestimmen, auf Cycas zurück, so stellt sich als erste Thatsache klar heraus, dass atrope Samenknospe hier mit der Verleugnung der sich differenzirenden Grundbegriffe zusammenfällt, woraus aber nicht folgt, dass eine wirkliche (dikotyle) Blüte mit atroper Samenknospe nicht möglich sei, sondern nur, dass, wo sie vorkommt, sie diesen ihren die Differenzirung verleugnenden Charakter kundgeben müsse. Alle rückschreitende Entwicklung beruht auf Verleugnung der Differenzirung, welche die normalen Formen gestaltet; die atrope Samenknospe bildet ein und zwar das hervorragendste Merkmal der rückschreitenden Entwicklung; daher wird sie in der normalen Entwicklung nur da auftreten können, wo die relativen Indifferenzpunkte der Entwicklung bezeichnet werden sollen; und dieses Gesetz ist so klar, in der wirklichen Gestaltung bezeugt, dass ich es ebensogut jetzt von den Cykadeen aus postuliren kann, wie ich es früher empirisch aufgewiesen habe. Wir wissen, dass wir ideal oder, wenn das besser klingt, mathematisch genommen, die atrope Samenknospe nur central in der Einheit und zwar zunächst central aufrecht stehend denken oder erwarten können, d. h. nichts hindert freilich, wenn nur von Einfällen die Rede sein soll, die Natur oder das gestaltende Princip, eine atrope Samenknospe auch seitlich anzuheften, sowie sie central hängend wirklich vorkommt; aber wenn die Samenknospe als Grundlage der Blüte wirklich die Axenspitze darstellt, so entspricht eben nur die eine central aufrechte atrope Samenknospe der Grundidee gerade so wie typisch beim Moose nur eins von den vorhandenen Archegonien zur zweiten Axe sich entwickelt, welche sich dann akrokarpisch zu der ersten stellt. Ueberschauen wir demnach die ganze normale phanerogamische Entwicklung, so stossen wir auf die Thatsache, dass die eine central aufrechte atrope Samenknospe, erstens überhaupt in hervorgehobener Weise nur bei den Dikotylen, und zweitens hier in einer derartig hervorgehobenen Weise uns begegnet, dass sie uns für den Grundgedanken der ganzen Gestaltung den sicheren Wegweiser bildet. Die Juglandeen unterscheiden sich von den Cupuliferen innerlichst durch die eine central aufrechte und auf einem besonderen Untersatz (der an die Apophyse von Polytrichum erinnert) hervorgehobene atrope Samenknospe, indem zugleich die durch eine central aufrechte, aber anatrope Samenknospe charakterisirten Terebinthiazeen ihre Beziehung zu ihnen und den Cupuliferen durch eine unächte Cupula ausdrücken. Erwägen wir, dass die Juglandeen in ihrem Verhältnisse zu den Cupuliferen, mit denen sie ausser den übrigen auch die als oberständig, aber noch energischer als bei diesen und mit deut-

licher Andeutung eines doppelten Perigonwirtels angezeigte Stempelblüte haben, von der einen und den Terebinthiazeen von der anderen Seite den schärfsten Zusammenstoss der die Dikotylen gestaltenden klaren Auseinandersetzung der Richtung auf typische Darstellung der Blüte bezeichnen, so kann man über die Bedeutung der so hervorgehobenen einen central aufrechten atropen Samenknospe an dieser Stelle als Merkzeichen des Indifferenzpunktes nicht im Zweifel bleiben. Das erhält dann seine volle Bestätigung im Gebiete der dikotylen Entwicklung durch die Polygoneen und die Urtizeen, welch' letztere als besondere Vorstufe zu den Cupuliferen und Juglandeen in auch schon einigermaassen hervorgehobener Weise die eine central aufrechte atrope Samenknospe von den Polygoneen aus der Vorstufe aufnehmen und so, indem diese auf die Gramineen zurückweisen, den Blick über die ganze phanerogame Gestaltung eröffnen. Die Gramineen weichen, indem sie die aus der Axenspitze gebildete Samenknospe seitlich abbiegen lassen, dem Kampfe um die centrale Gestaltung der Blüte aus und leiten dann durch die peripherisch-horizontale Lage des Keimlings bei den Chenopodeen in der Vorstufe zu der amphitropen Samenknospe der Karyophylleen seitwärts über, auf die wir später zurückkommen; die gerade Blütenentwicklung in den Liliazeen aber geht ohne weiteres zu den vielen an unächter Mittelsäule horizontal angehefteten anatropen Samenknospen über, die im allgemeinen als die normale Grundform der Blüte bezeichnet werden kann und an die ich hier nur erinnere, um den Zusammenhang mit den Cupuliferen ins Gedächtniss zu rufen, welche den Liliazeenfruchtknoten mit anatroper Samenknospe wieder aufnehmen, um durch die Zerlegung der Blüte als ober- und unterständiger nach dem Gegensatze der Geschlechter der reinen Darstellung des Individuums in der vollendeten Baumform Raum zu geben, während die mit angedeuteter dikotyler oberständiger Blüte sich zwischen die Cupuliferen und die Terebinthiazeen stellenden Juglandeen durch die eine central aufrechte atrope Samenknospe den Indifferenzpunkt, d. h. den Punkt der ausgehenden Entwicklung der beiden Hauptrichtungen bezeichnen. Als weitere Bestätigung für die Auffassung führe ich noch an, dass bei den Palmen und Aroideen, bei den Fikazeen und bei den Cistaceen (welche die zwischen den vier Grundtypen der unterständigen dikotylen Blüte indifferente Form sind) annähernd centrale Stellung mit annähernder Atropie eintritt. Das Weitere muss der genaueren Feststellung überlassen werden.

Das so ausgezeichnete Vorkommen der atropen Samenknospe bei den Juglandeen führt mich nun zurück zu der zweiten Hauptform der rückschreitenden Entwicklung, den Gnetazeen oder vielmehr der durch ihre monströse Erscheinung so auffallenden Welwitschia, welche ich nun als die rückschreitende Darstellung des Gedankens, den wir ausgehend in den Juglandeen sehen, glaube vollständig machen zu können. Ich erwähne zunächst noch, dass die in Anspruch genommene Beziehung der Welwitschia zu den Umbelliferen auch dadurch bestätigt wird, dass das Integument zu einer ausgezogenen Röhre auswächst, die in zwei rechts und links auseinanderbiegende Läppchen endet, ganz erinnernd an die beiden Griffel mit der epigynischen Scheibe bei den Umbelliferen, aber nicht wie diese median gestellt. Bezeichnen die Umbelliferen, als die einzige oberständige freiblätterige fünfzählige Blüte genau den Scheidepunkt, von dem der grosse Gleichgewichtskampf zwischen Individuum und Blüte, an dessen anderem Endpunkte wir die Juglandeen sehen, aus-

geht, so wird uns ja die Welwitschia vollständig verständlich als der zur Monströsität führende Ausdruck der gehemmten dikotylen Gestaltung, welche dann die Beziehung auf die Koniferen und auf monokotyle Dreizahl in so auffallender Weise in sich aufnimmt. Dabei ist dann noch dies zu beachten, dass das in, man kann sagen, so brutaler Weise gehemmte Spitzenwachstum der Hauptaxe offenbar in direkten Gegensatz steht zu der bei den Ranunkulazeen (Aphanocykleen) innerhalb der Blüte emporwachsenden Axe, welches dann seinerseits in dem Verhalten der weiblichen Blüte bei Cycas in monströser Weise auftritt. —

In dem ganzen bis jetzt berücksichtigten Bereiche der rückschreitenden Entwicklung sind wir in Betreff der Blüte nicht über die Monözie, d. h. über die unvollständige Blüte hinausgekommen. Die Diözie kommt hier, wie in der ganzen Pflanzenentwicklung nur als ein ganz vereinzeltes Ausnahmsverhalten vor; selbst bei den Cykadeen ist nur die typische Form diözisch. Als einen grösseren Familienkreis beherrschend erscheint die Diözie nur in den Salizineen und weniger entschieden bei den Cyperazeen und den Koniferen, ausserdem nur ganz vereinzelt, wie bei Lychnis, den Canabineen, Datisceen. Die Diözie ist im Pflanzenreiche nur als ein von Seiten der tierischen Organisation aus übergreifendes Moment zu verstehen; der geschlechtliche Gegensatz greift bei der Pflanze typisch nicht so durch, dass er die Gestaltung des Individuums beherrscht, sondern er hält sich innerhalb des Individuums zunächst soweit, dass er verschiedene Axen oder Knospen (Monözie) dann so, dass er die Elemente derselben Axe oder Knospe nach dem geschlechtlichen Bedürfnisse umgestaltet (vollständige Blüte). — Erst bei den Balanophoren und besonders bei den Rafflesiazeen treffen wir in der rückschreitenden Entwicklung auf vollständige Blüten; sonst herrscht mit den Ausnahmen der Diözie bei Cycas und zum Teil den Gentazeen Monöcie. Das veranlasst nun in diesem Rückblicke dies wichtige Verhältniss genauer ins Auge zu fassen, ehe ich in der Frage nach dem Vorkommen der Keimlage weiter gehe; umsomehr, weil ich hier vor allem meine Polemik gegen die geltende wissenschaftliche Methode und Auffassung begründen muss. Ich bekämpfe ausdrücklich den ganzen Standpunkt, den sich die wissenschaftliche Botanik angeeignet hat, indem sie die typische Ausgestaltung der Blütenform als den Ausdruck der Ausgleichung zwischen dem Centralen und Peripherischen (Axenspitze und Blatt) nicht im idealen, sondern im blutsverwandtschaftlichen Sinne versteht und daher die Sache erklärt zu haben glaubt, wenn sie die unvollständige Blüte genetisch auf die typische Form zurückführt und zu diesem Zwecke theoretische Ergänzungen und willkürliche Voraussetzungen sich erlaubt. Ich behaupte, dass in keinem Falle selbst bei Andeutungen eines fehlenden Theiles bis zu den Gefässsträngen hin, eine solche Ergänzung wissenschaftlich erlaubt ist, sondern dass darin unter allen Umständen nur ein Moment in dem Grundgesetze der phanerogamischen Gestaltung dem Gleichgewichtskampfe zwischen Individuum und Blüte zu erkennen ist als ein Merkmal, welches für den betreffenden Fall ebenso feststeht, wie irgend ein anderes und daher auch durch teratologische Erscheinungen in seinem Werte nicht beeinträchtigt werden kann. Ich bemerke zuerst, dass der Diözie, welche, wie bemerkt, für das Pflanzenreich nur ein von Seiten der tierischen Organisation übergreifendes Moment im Sinne der Herrschaft des geschlechtlichen Dualismus über das Individuum ist, als das überschlagende Moment nach der

anderen Seite hin die Gynäzie die unmittelbarste Annäherung des centralen und peripherischen Bestandteiles innerhalb der Blüte gegenübersteht, welche beiden Extreme in gleichem Maasse der typischen Idee der Blüte entgegenstehen. Diözische Pflanzen entwickeln keine typischen Blüten; die Drüse bei der Stempelblüte von Salix, welche sich bei Populus zu einer ringförmigen Erhebung gestaltet, die man ebensogut als eine Cupula wie als ein Perigon auffassen hann, ist mir ebensogut wie der aus dem Vorblatte gebildete Utriculus bei Carex eine Andeutung auf die entfernte Beziehung der diözischen Blüte, wie der vermeintliche verkümmerte Stempel in der männlichen Blüte von Quercus eine Andeutung auf das Verhältniss der monözischen Blüte zur typischen Blütenbildung. Auch die kleinsten Modifikationen dieser Andeutungen gewinnen ideal gefasst eine wirkliche Bedeutung für den Grundgedanken, während die jetzige Wissenschaft alles dieses in einen unverständlichen Brei zusammenwirft, und wenn man erwägt, dass diese Verhältnisse bis zu dem Grade real sich äussern, dass z. B. bei Quercus der ganze Begriff der Fruktifikation als der Belebung des vorhandenen Keimes in ähnlicher Weise alterirt ist, wie wir den Begriff der Blüte und des Blütenstandes bei den Koniferen und den Cykadeen alterirt sehen, so kann uns die Ahnung aufgehen, dass es mit dem Gleichgewichtskampfe zwischen dem Individuum und der Blüte doch etwas anderes auf sich hat, als die zu Spielereien ausartende wissenschaftliche Auffassung meint. Doch greifen wir damit schon in die allgemeine Schlussbetrachtung hinüber. Bleiben wir jetzt in Betreff der Monözie noch im engeren Gebiete der Pflanze und speziell zunächst der Dikotylen stehen, so ist das Hauptresultat der Beobachtung dies, dass sowohl der Monözie in dem von den Cupuliferen, bei denen die Monözie Familienmerkmal ist, beherrschten Bereiche, als der vollständigen Blüte in dem Bereiche der typischen unterständigen Blüte, sowohl der freiblätterigen als der verwachsenblätterigen, wo nur vereinzelte Fälle unvollständiger und dann gleich zur Diözie überspringender Pflanzen vorkommen, ein fester Sitz angewiesen ist, dass aber in dem zwischen diesem klaren Gegensatze liegenden Gebiete der dikotylen oberständigen und der umständigen Blüte auch der Bereich ist, wo der Kampf um die Monözie und die vollständige Blüte bis zu den feinsten Modifikationen der Andeutung des fehlenden Teiles bei der unvollständigen Blüte sich vollzieht. Dabei wiederholt sich denn das bei der Diözie bemerkte Gesetz, dass die Trennung der beiden wesentlichen Teile der Ausbildung der Blüte, d. h. der Krone widerstrebt, in der der Monözie angemessenen Weise. Sowie die Monözie der typischen Blütenentwicklung näher steht, als die Diözie, soviel ist auch im Grossen und Ganzen die monözische Blüte vollkommener entwickelt als die diözische, wie schon Welwitschia, obgleich gymnosperm, doch nicht blos ein scheinbares Perigonium, sondern auch in der männlichen Blüte die Andeutung eines Stempels ungefähr in der Weise, wie bei Fagus, zeigt. Wo anomal eine Uebertretung dieses Grundgesetzes stattfindet, wie bei den Hydrocharideen (Stratiotes) unter den Monokotylen und bei den Cucurbitazeen unter den Dikotylen, da ist damit zugleich auch eine anomale Störung der typischen Gestaltung der Blüte in ihren wesentlichen Teilen verknüpft, indem die Staubgefässe sich scheinbar zu einer stempelartig centralen Säule zusammenstellen, was dann auch nicht zufällig bei Stratiotes durch die weiteren Scheinbildungen noch um einen Grad deutlicher ausgesprochen ist, als bei

den Cucurbitazeen. Hierhin gehört auch die Erscheinung, dass Staubgefässe ihre ideale Blattnatur bis zu dem Grade verleugnen können, dass sie als ein Axenorgan erscheinen. Die Bildung der Staubgefässe bei Euphorbia ist mir ideal vollständig verständlich aus dem Verständnisse der scheinbaren Blüte als eines Blütenstandes, in welcher unterständig, also anomal das versucht wird, was oberständig und deshalb normal in den Compositen erreicht ist, und auch hier kann ich es aus dem Verhältnisse der Monokotylen zu den Dikotylen erklären, dass eine solche anomale Bildung der Staubgefässe als Axenorgan dort bei den Najadeen (Zanichella) in Verbindung mit der interaxillären Stellung der Blüten und Blütenstände in noch entschiedenerer Weise als bei den Euphorbien sich einstellt. Ich kann endlich von diesem idealen Gesichtspunkte aus für die vom Begriffe der Blüte aus normale oder anomale Stellung der Staubblüten unterhalb oder oberhalb der Stempelblüten eine ganz klare und sehr bedeutsame Gesetzlichkeit nachweisen, wofür ich nur an das Verhältniss der Cupuliferen einerseits zu den Begoniazeen und anderseits zu den Euphorbiazeen (Buxus) und weiterhin an die Aroideen, wo die anomale Umkehrung der richtigen Stellung von Stempel und Staubgefässe in dem als Blüte gedachten Blütenstande wieder dem Verhältnisse der Monokotylen zu den Dikotylen entsprechend in noch viel drastischerer Weise ausgesprochen ist, als etwa bei den Begoniazeen. Das Einzelne muss selbstverständlich auch hier der genaueren Feststellung vorbehalten bleiben. —

Kehren wir nach diesem wohlberechneten Excurse zu der Revision von der rückschreitenden Entwicklung aus an der Hand der Keimlinge zurück, so werden wir, wie durch Welwitschia auf die Umbelliferen, so durch die Balanophoren auf die Compositen zurückgewiesen, und damit stossen wir wieder auf einen sehr festen Anhaltspunkt der Betrachtung. Die Balanophoren, bei denen sich die Lage an dem unvollkommenen Keimling nur mittelbar bestimmen lässt, schwanken zwischen anatrop aus der Spitze hangender oder atrop aufrechtstehender Samenknospe; bei den Compositen ist die Blüte durchaus und streng charakteristisch einfach mit einer anatrop aufrechtstehenden Samenknospe, wobei ich wieder darauf hinweise, wie charakteristisch diese Einzähligkeit der Samenknospe der Blüte der Compositen im Fruchtknoten zwischen der Zweizähligkeit der Umbelliferen und der Sechszähligkeit der Cupuliferen steht. Nun ist aber, wie wir wissen, das ideale Moment der Compositen die Darstellung des Blütenstandes in der Form der Blüte, wodurch dikotyl die Ueberwindung der oberständigen Blüte als Einzelblüte erreicht und so der klaren Darstellung des Grundgesetzes in den Cupuliferen und den Karyophylleen; wobei den Umbelliferen als der einzigen oberständigen freiblätterigen fünfzähligen Blüte fest ihre Stelle als der Scheidepunkt bewahrt wird, die Bahn bereitet wird. Die anatrop aufrechte Samenknospe, welche in der Mehrheit nur durch einen so breiten Blütenboden, wie ihn die Compositen durch Sistirung der Axenentwicklung mittelst eines ebenso sehr an die Bildung der Mooskapsel auf der Seta, als an die Bildung des Zwiebelkuchens bei den Liliazeen erinnernden Zellbildungsprozesses darbieten, entspricht vollständig diesem idealen Momente der Compositen, insoweit dadurch die Blüte phanerogamisch als organisch dem Individuum angehörend (im Gegensatz zu der mechanischen Verbindung bei den Moosen) bezeichnet wird, nur muss man nicht unbeachtet lassen, dass es sich noch nicht um die Darstellung der typischen Einzelblüte selbst handelt, wobei wir auf

diesen Punkt zurückkommen. Halten wir zunächst die eine anatrop aufrechte Samenknospe von den Compositen ausgehend als das Merkzeichen der aus der Vereinigung vieler Einzelblüten hergestellten Blütenform fest, so finden wir eine grossartige Bestätigung dieser Auffassung in den Familien der Ranunkulazeen und der Labiaten, wo dieselbe Keimlage auf dasselbe Prinzip hinweist, bei den Ranunkeln, insoweit es sich ja hier ebenso wie bei den Compositen um die Zusammenstellung vieler, wenn auch nicht vollständiger Einzelblüten, so doch der Grundlage vieler getrennter Einzelblüten in dem Fruchtknoten handelt, und der Labiaten, insoweit bei diesen durch einen nachträglichen gewaltsamen Prozess von dem einigen vielsamigen Fruchtknoten auf das Prinzip der Teilung zurückgegriffen wird, wobei wir uns an das sogenannte Nektarium der Ranunkulazeen als Andeutung einer Lippenblüte, und an den Zusammenhang, der durch die Dipsazeen und Globularien zwischen diesen Familien hergestellt ist, erinnern. Wie genau aber die Keimlage den Weg des rechten Verständnisses weist, das sehen wir besonders an den den Compositen zunächststehenden Familien der Dipsazeen Valerianeen und Calyceren, welche als den Compositen gegenüber rückschreitende Formen die eine anatrope Samenknospe hängend aus der Spitze, also in der Richtung der atropen Samenknospe haben, und bei ben Ranunkulazeen, welche in dem sogenannten Nektarium der Blumenblätter den Zusammenhang mit den Labiaten und Compositen bezeugen, und daher die anatrop aufrechte Samenknospe bewahren, während die anderen Abteilungen ihrer Stellung gemäss die Lage des Keimes verändern. (Wenn es richtig ist, dass Morina unter den Dipsazeen, welche sich in ihrer Tracht ganz auffallend den Labiaten nähert, atrope Samenknospen hat, ist das eine besonders genaue Bestätigung des Gesetzes.) Die Gruppen der Vorstufe liefern ihrer Stellung gemäss eine vollständige Musterkarte fast aller Modifikationen. Bei den Umbelliferen wird die hängend anatrope Samenknospe so bedeutsam, dass sie die ganze Gestaltung der Blüte bestimmt, wie als Einleitung zu der monströsen Welwitschia mit atroper Samenknospe.

Um nun auf das Verhältniss der Monözie zur vollständigen Blüte zurückzublicken — denn es liegt mir daran, gerade den Zusammenhang in diesen Grundverhältnissen der ganzen Gestaltung aufzuweisen — so sind vor allen die Compositen (und die Umbelliferen, mehr aber jene als diese) der Sitz des ausgesprochenen Kampfes zwischen der Monözie und der vollständigen Blüte, worauf die ganze besondere Ausgestaltung dieser grossen Familie beruht. Der Kampf zwischen dem peripherischen und centralen Moment der Blüte selbst wird hier auf den als Blüte gedachten Blütenstand übertragen bis zu dem Punkte hin, dass die Randblüten als leere Büten, als ein Blumenblatt erscheinen und bis zu der Unterscheidung der protogynischen und protandrischen Blüten. Wir sind hier die ganze Gestaltung im Auge haltend an dem Punkte angekommen, wo das Gleichgewicht des centralen peripherischen Teiles auf der Axenspitze die typische Blütenform in der Einzelblüte möglich macht. Um an das Urbild, die Moose zu erinnern, so stehen wir mit den Compositen an dem Punkt der Entwicklung, wo die Seta ihr Gipfelwachstum sistirt, um in die Breite wachsend den dicken Zellkörper zu bilden, aus dem die Kapsel sich herausgestaltet; und wie die Welwitschia uns auf die Umbelliferen, die Balanophoren auf die Compositen, so führt uns endlich Rafflesia, die monströse Darstellung der Pflanze als Einzelblüte, auf die typische dikotyle Blüten-

entwicklung hin. Die Rafflesiazeen haben Samen mit geradem Keim, welche an Zapfen zusammengestellt, man kann hier nicht sagen aus dem Gipfel, sondern aus dem Oberboden der Fruchtknotenhöhle, wie die Zapfen in einer Stalatikhöhle, herabhängen. Um in dieser grotesken Bildung das karrikaturenhafte Gegenbild der ganzen normalen Entwicklung zu erweisen, müssen wir nun diese von der Keimlage aus in ihrem ganzen Zusammenhange erfassen. Die Primulazeen und die Karyophylleen haben die amphitrope Samenknospe und sind der Sitz der amphitropen Samenknospe, wie die Compositen der Sitz der anatrop aufrechten. Wir werden das am besten verstehen, wenn wir uns an Roxburgia unter den Monokotylen erinnern. Roxburgia hat in einer Blüte viele anatrop aufrechte Samenknospen, welche aber nicht wirklich central zusammengedrängt sind, sondern um das leere Centrum stehen; die Compositen weichen der Concentration durch den breiten Blütenboden aus. Bei den Centrispermen im wahren Sinne (Primulazeen und Karyophylleen) werden die vielen Samenknospen wirklich auf einen Centralpunkt, auf die Axenspitze, zusammengedrängt, und nun wird die Keimlage amphitrop, nach statistischem Gesetze, aber einer idealen Statik, denn Platz für den anatropen Keim wäre ja auch da. — Nun aber greift die Sache viel weiter. Die amphitrope Samenknospe bringt den Keim in die horizontale Lage, so wie wir in dem Blütenboden der Compositen für die Blüte den Punkt erreicht sehen, wo sie die Höhe gewonnen hat, wo nun das Gleichgewicht zwischen dem Centralen und Peripherischen in der Horizontale zu Stande kommen kann. Daher ist die Keimlage bei den Centrospermen nun die typische für alle Blüten mit vielen Samenknospen in einem Fruchtknoten, obwohl diese, abgesehen von der kampylotropen, wovon sogleich zu sprechen ist, anatrope Samenknospen haben, weil die anatrope Samenknospe, indem sie bei den nicht centrospermen seitlich steht, sei es central an einer Mittelsäule oder wandständig excentrisch, dadurch den Keim in die horizontale Lage bringt. Damit man aber darin nicht ein leeres Spiel sehe, muss man nur erwägen, dass die Mittelsäule, an der die Samenknospen bei synkarpen Fruchtknoten angeheftet sind, nicht eine ächte, d. h. nicht die sich durchsetzende Axe, sondern aus den verwachsenen Karpellrändern gebildet ist. Die in solchen Blüten — und im Grossen und Ganzen können wir dies als den durchschlagenden Typus betrachten, der uns deshalb auch in den Liliazeen sofort vor Augen tritt — gewissermaassen nur scheinbare und erzwungene horizontale Lage des Keimes, die in den Centrospermen, in denen der reine Blütentypus erreicht ist, in der amphitropen Samenknospe in der Wirklichkeit sich darstellt, während alle anderen die in den Compositen angezeigte anatrope bewahren, entspricht also der nur scheinbaren Mittelsäule, und das ist die Erwägung, die uns, wie wir sehen werden, in die innersten, ich sage nicht Geheimnisse, sondern Schlupfwinkel dieser Gestaltung hineinführt. Ich bemerke, ehe ich darauf eingehe, nur noch, dass die excentrisch angeheftete Samenknospe, wie bei den Violarien an und für sich (wohl aber durch besondere Umstände, auf die ich zurückkomme) keine besondere weitere Bedeutung gewinnt, wie ja diese excentrische Plazentation nur wie ein extremer Punkt erscheint, der der Blütenbildung negativ angethan wird, als der Ausdruck der auseinandergehenden Vielheit, die der Einheit widerstrebt. Ferner, dass die kampylotrope und lykotrope Samenknospe, wo der Keim in sich verbogen und man kann sagen missgestaltet ist, an den

Stellen der grössten inneren Complication der Verhältnisse eintritt, wie bei Mesembrianthemum, wo die central amphitrop angelegten Samenknospen durch ihre Beziehung zu den Violarien scheinbar excentrisch gestellt werden; ähnlich bei den Malvazeen und den von da aus sich ergebenden noch verwickelteren Stellungen, wie bei den Malphigiazeen und anderen, was ich vorläufig nicht weiter verfolge. Halten wir vor allem die Hauptsache im Auge, die Ausgleichung des Centralen und Peripherischen in der Blüte, die in der Mittelsäule und der Kapselwand, resp. dem Sporensack bei der Mooskapsel uns als Prinzip der Gestaltung so plastisch vor Augen gestellt war. Die Centralsäule, der die Samenknospen bei der grossen Menge der Blüten mit synkarpischen Fruchtknoten horizontal oder mehr oder weniger aufsteigend oder absteigend und dann entweder apotrop oder epitrop angeheftet sind, ist eine unächte, aus den verwachsenen Karpellrändern gebildete; einen synkarpischen Fruchtknoten mit durchgesetzter Axe als Mittelsäule und darauf begründeter centraler Plazentation gibt es nicht. In diesen Thatsachen liegt das innere Verständniss der vier Grundtypen in ihrer Beziehung zum Protypus in der Moos-, resp. in der Polytrichumkapsel, welche gerade so nur ein Protypus ist, wie auch nur im Moosarchegon die befruchtete Zelle thatsächlich die Centralzelle des Complexes ist, der das Archegonium darstellt. Die Axe kann sich aber als Träger der Samenknospen in der Blüte nicht durchsetzen, weil die durchgesetzte (Haupt-) Axe die Darstellung des Individuums ist, welche nach dem idealen Grundgedanken der Dikotylen den conträren Gegensatz der typischen Blüte bildet. Ich gestehe, eine Blüte mit einer wahren Mittelsäule, welche zugleich Träger der Samenknospen wäre, würde meine ganze ideale Construction zum Falle bringen. So prekär steht es allerdings um die Idee im Irdischen. — Beim Ranunkeltypus macht die Axe Miene, innerhalb der Blüte sich durchzusetzen; aber deshalb wird diese auch aphanocyklisch und stellt, sowie sie eine Andeutung auf die Compositen aufnimmt, im Bereich der typischen Blütenentwicklung in leisem Anklange schon das Princip dar, das in den Koniferen und Cykadeen bis zur inneren Zerstörung des Blütenbegriffes in der Vermengung mit dem Blütenstande und dem Individuum bei der anomalen rückschreitenden Gestaltung führt. Die Malvazeen setzen die Axe als Mittelsäule und Träger der Samenknospen durch, aber nun ist auch der Begriff des einigen Fruchtknotens als der bergenden Höhle der Samenknospen aufgehoben. Passiflora macht die durchgesetzte Axe bis zu einem gewissen Grade innerhalb der Blüte geltend, aber nun wird die Blüte, d. h. hier die Blütenhüllen zu einem Scheingebilde auf Grundlage der ringförmigen Erhebung, die man hier als Receptaculum bezeichnet, weil man die allgemeinen Gesichtspunkte dieser Gestaltungen nie ins Auge gefasst hat. Ich gehe damit einen Schritt weiter, indem ich von dem Gegensatze des Centralen und Peripherischen in der Mooskapsel aus, wie jenes in der an die Stelle der nicht durchgesetzten Axe tretenden unächten Mittelsäule, so dieses in der ringförmigen Erhebung, welche an die Stelle der Blätter tritt, ins Auge fasse, zuvor aber noch zwei weitgreifende Betrachtungen einfüge. Die eine in Betreff der kubischen Gestalt, welche die typische Moosform in der äusseren Kapselwand darstellt. Wir sehen darin einen Rückgriff oder einen Rückfall des gestaltenden Prinzipes in die typische Krystallform. Das kann natürlich die den organischen Gedanken der Blüte ausführende phanerogamische und speziell dikotyle Pflanze nicht

mitmachen. Aber gleichwohl kann die ideale Beziehung der typischen Krystallform zu dem die ganze stoffliche Gestaltung beherrschenden Raumverhältnisse nicht verleugnet werden. Wie daher die vier Grundtypen früherer Bemerkung gemäss wie ins Kreuz sich stellen, so werden wir bei der weiteren Betrachtung der ganzen speziellen Blütengestaltung erstens auf den Gegensatz, ich darf nicht sagen von Rechts und Links, denn der ist noch kein Prinzip der centralen Pflanzengestaltung als solcher, wohl aber auf den Gegensatz des Centralen und Peripherischen in der Horizontale, und zweitens den Gegensatz von Oben und Unten nach der Senkrechten zurückgewiesen, wodurch je eine Menge von sonst unverständlichen Einzelerscheinungen auf einen gemeinsamen Gesichtspunkt zurückgeführt wird. Zweitens aber ist hier die Stelle, an dem Begriffe der scheinbaren aus den verwachsenen Karpellrändern entstandenen Mittelsäule als Träger der Plazentation den inneren wesentlichen Unterschied der monokotylen und dikotylen Gestaltung zu erläutern. Jenen Bau des Fruchtknotens finden wir in der ausgesprochensten Weise schon und namentlich bei der monokotylen dreizähligen Blüte, bei den Liliazeen im weitesten Sinne gegenüber den Gramineen, wozu ich vorab bemerke, dass ich mich nach idealer Auffassung nicht anheischig mache, die Formen durch allerlei unmotivirte Ergänzungen und unbegründete Künsteleien und Voraussetzungen genetisch aufeinander zurückzuführen, sondern, wie wir plastisch in der Mooskapsel wie von der Hand eines Künstlers aus der gleichmässigen Zellmasse die wunderbar-bedeutsame Form sich herausgestalten sahen, so ist es die über der ganzen Gestaltung waltende Macht des gestaltenden Prinzipes, welches in der Gestaltung der beabsichtigten Idee ihren Ausdruck gibt. Bei der ganzen dreizähligen (monokotylen) Blüte ist die Form mit unächter Mittelsäule die absolut herrschende und zwar in der Weise, dass hier oberständige und unterständige und damit zugleich regelmässige und unregelmässige Blüte auf Grundlage dieser Anlage unmittelbar zusammenstossen und ebendaher scharf auseinanderfahren. Die Monokotylen machen eben den Kampf nicht durch, der sich dikotyl in der klaren Durchbildung des Gegensatzes von typischer Darstellung des Individuums und typischer Darstellung der Blüte auf Grundlage des in der oberständigen Blüte durchgeführten Kampfes mit dem Blütenstande als das gestaltende Prinzip kundgibt. Auch die dikotyle Blüte kommt schliesslich bei jener inneren Verbildung der wesentlichen Bestandteile durch die Gynandrie und bei der unregelmässigen (zygomorphen) Gestaltung an zum Zeugnisse dafür, dass wir es hier mit höheren, nicht blos das Pflanzenreich, sondern auch das Tierreich beherrschenden Gestaltungsprinzipen zu thun haben, und wir haben gesehen, dass die zweifache oder, wenn wir die dikotyle Vorstufe berücksichtigen, dreifache Wiederholung desselben Gedankens ein nicht geringer Beweis für die ideale Auffassung ist; aber sie kommt zu diesem Ziele oder, besser gesagt, Abschlusse erst auf Grundlage jenes durchgeführten Kampfes. Nicht zufällig ist die Blüte sowohl der Compositen als der Umbelliferen eine zwischen regelmässiger und unregelmässiger Form schwankende. Weiterhin aber hängt nun diese ganze Differenzirung mit dem Verhältnisse der Blattbildung zu dem Prinzipe der ringförmigen Erhebung zusammen, durch welches wir bis auf die ursprüngliche Form der Samenknospe zurückgewiesen werden. Wie man bei der Samenknospe nach dem Stande der Beobachtung es unentschieden lassen muss, ob man

die Integumente als Blattbildung betrachten will, zumal das zweite Integument bei den Monokotylen dem allgemeinen Gesetze der Blattbildung zuwider unterhalb des ersten entsteht, ähnlich wie bei obdiplostemonischen Staubgefässen der zweite Wirtel ausserhalb des ersten, so ist auch nach dem Stande der Beobachtung keine sichere Grenze zu ziehen zwischen der in der Blütenbildung eine wesentliche Rolle spielenden ringförmigen Erhebung und der wirklichen Verwachsung von getrennt angelegten Blättern, weil man nur schwer oder vielleicht in keinem Falle den möglichen congenitalen Ursprung getrennt erscheinender Teile feststellen kann. Jedenfalls ist es für die allgemeine Betrachtung nicht allein ausreichend, sondern auch allein zulässig, alle Verwachsung auf gleicher Höhe stehender Blattwirtel unter den Begriff der ringförmigen Erhebung zu fassen und daher von wahrer Blattbildung nur bei freien und getrennt bleibenden Blättern zu reden. Auf diese Weise gewinnen wir einen allgemeinen Gesichtspunkt, wonach wir die ganze Mannigfaltigkeit der typischen (also zunächst der regelmässigen oder aktinomorphen) Blüte nach dem Grade bemessen, wie einerseits die Axenentwicklung innerhalb der Blüte unterdrückt und anderseits die ringförmige Erhebung durch wahre Blattbildung überwunden ist. Um die Grenzpunkte in diesem Gleichgewichtskampfe zu nennen, so scheiden sich die Alsineen als der reine Typus der Karyophylleen dadurch von den Sileneen, dass sie nicht wie diese gleich den Primulazeen wenigstens noch den Kelch ringförmig, sondern auch diesen freiblätterig bilden. Die aphanocyklischen Ranunkeln aber sind nur dadurch noch eine typische Blüte, dass sie die Lippenblüte zu einem Blumenblatte benutzen, und der überschlagenden ringförmigen Bildung in den überständigen Onagrarien steht unterständig Passiflora gegenüber, wo die ringförmige Bildung den Schein einer zweiten Blüte um die als Stempel gedachte wahre nackte Blüte erzeugt; bei den Malven endlich sind die offenbar getrennt dargestellten Blumenblätter doch unten in einen Ring vereinigt, um den Uebergang zu machen und den Beweis zu geben, dass die unterständige verwachsene Blüte als eine von der typischen Form aus rückschreitende Entwicklung zu verstehen sei. —

Von diesem Gesichtspunkte aus gewinnen nun die feinsten Modifikationen und Bewegungen innerhalb der Blüte ihre ideale Bedeutung. Zunächst die entweder horizontale aufsteigende oder absteigende und zwar aufsteigend und absteigend entweder apotrope oder epitrope Stellung der Samenknospe an der Mittelsäule, wozu ich bemerke, dass bei der Hauptmasse der Liliazeen, sowohl der unterständig als der oberständig blühenden die Samenknospen alle horizontal stehen, während rein aufsteigende oder rein absteigende Stellung sich auf die kleinen abweichenden Familien zu verteilen scheint. Die Vereinigung von in der Mitte horizontal, im oberen Teil absteigend, im unteren aufsteigend gestellten Samenknospen scheint nur in den dikotylen Blüten mit synkarpen Fruchtknoten vorzukommen. Nach der horizontalen Richtung haben wir den Grad zu beachten, in dem der Fruchtknoten apokarp oder synkarp gebildet ist, wenn sie nicht, abgesehen natürlich von dem nur aus einer Samenknospe gebildeten, entweder aphanocyklisch, wie die Ranunkulazeen oder mit einem Hohlraume, wie die Karyophylleen gebildet sind. Nur bei synkarpen Fruchtknoten kann natürlich von den weiteren feinen Modifikationen der Narbe als epikarpide oder Commissuralnarbe, und der fachspaltenden oder nahtspaltenden Oeffnung der Samenkapsel die Rede sein,

wo denn offenbar Commissuralnarben und fachspaltende Oeffnung einen höheren Grad der die gesetzliche Blattabfolge verleugnenden Blütenbildung, resp. ein Ueberschlagen des centralisirenden Momentes anzeigen, als die dem Gesetze der Blattfolge gehorchende Bildung. Weiter gehören hierhin die feinen Modifikationen in der Bildung der Staubgefässe, der introrsen, extrorsen, zweifelhaften oder zum Teil introrsen, zum Teil extrorsen Oeffnung der Antheren, der normalen oder der regelmässigen Abfolge zuwiderlaufenden Stellungsverhältnisse der Teile zu einander u. s. w. u. s. w. Denn es kann unmöglich verlangt werden, nun mit einem Male von diesem Gesichtspunkte aus die ganze Blütengestaltung von innen aus, gleichsam nach apriorischem Gesetze aufzubauen, oder auch nur das in der Ausführung nachgewiesene hier zusammenstellend zu wiederholen; es sollte nur bewiesen werden, dass in der horizontalen Zusammenordnung der Teile eine an der Hand der festen Zahlen zu verfolgende mathematische Gesetzmässigkeit sich geltend macht, welche die Gestaltung bis zum Einzelsten hin der idealen Auffassung zugänglich macht. Bei der senkrechten Richtung von Unten nach Oben handelt es sich nicht mehr um das arithmetische, sondern um das geometrische Verhältniss. Es kann davon vorzüglich nur die Rede sein, insofern ein Raum, d. h. ein Hohlraum zu Stande kommt, wobei es denn recht eigentlich auf die Fruchtknoten abgesehen ist, denn das ist ja die Stätte, wo die Neubildung, das Ziel des ganzen Blütenprozesses vor sich gehen soll. Wir müssen uns dabei wieder der Mooskapsel (d. h. der Laubmooskapsel im Gegensatze zur Lebermooskapsel) erinnern, wo die horizontale Abgliederung des Deckels den Abschluss bildet. So werden wir es zunächst verstehen, wie diese horizontale Abgliederung mittels eines ringsum abgeschnittenen Deckels dem Gesetze der Entstehung der Wände zuwider, und scheinbar ganz regellos einmal in der Vorstufe (bei den Primulazeen, auch bei den Karyophylleen) und dann wieder in der höchsten Entwicklung bei den Myrtazeen, bei den Leguminosen und Siliquosen auftritt. Aber weiterhin werden wir dann in der horizontalen Abgliederung ein gewissermaassen von oben her die ganze Gestaltung beherrschendes Gesetz erkennen. Die gegliederte Einfügung der Blätter und beim zusammengesetzten Blatte der Einzelblätter, die Ablösung der Fruchtstiele, die ringsumschnittene Ablösung der verwachsenen Kronen, die von unten nach oben sich ablösenden Karpelle bei den Geraniazeen, die so auffallende klappenförmige Oeffnung der Antheren, das alles fällt unter den einen Gesichtspunkt der horizontalen Abgliederung; wozu ich nur bemerke, dass es eben bei der horizontalen Abgliederung um die räumliche Richtung von oben nach unten sich handelt; um noch das hervorzuheben, dass ich in der, soviel ich weiss, nur bei einem hohen Grad der Herrschaft ringförmiger Bildung (bei Primulazeen Lythrarien Asperifolien) vorkommenden Differenzirung langer und kurzer Griffel eine analoge Aeusserung des Gleichgewichtskampfes in der Blüte in der senkrechten Richtung sehe, wie in der Differenzirung protogynischer und protandrischer Blüten in der peripherisch-horizontalen Richtung. Um diesen die ganze Blütengestaltung beherrschenden Gleichgewichtskampf in der Ausgleichung der horizontalen und der senkrechten Richtung in seiner idealen Bedeutung zu verstehen, muss man nur wieder die kubische Form der typischen Mooskapsel ins Auge fassen. Wenn man den Kubus als den stofflichen Ausdruck des Raumes und der Raumverhältnisse und die ganze individuelle Gestaltung (den

ganzen Organismus) als den stofflichen, also räumlichen Ausdruck des Gedankens versteht, so ergibt sich ja die kubische Form der typischen Mooskapsel der Stellung des Mooses im Pflanzenreiche gemäss als die Andeutung davon, dass die ganze Ausgestaltung, speziell in der Blüte unter das Gesetz der räumlichen Grundbeziehung gestellt ist und scheue ich mich nicht, als das ganze Ziel der Blütengestaltung die Herstellung eines Hohlraums für die Neubildung des Individuums zu erklären, der so im Raume sei und die räumlichen Verhältnisse überwindet, wie die lebendige Zelle dem Krystalle gegenüber eben auch ein Hohles ist, welches ein Inneres hat. Das wird im weiteren Verfolge noch klarer werden. Nebenbei bemerke ich nur noch, dass in dieser Weise das angedeutete Verständniss der merkwürdigen hohlen Blattbildung wohl seine innere Begründung finden möchte. Dann will ich hier noch einen Punkt nachholen, der bis dahin noch nicht genug hervorgehoben ist, nämlich die Verknüpfung der spezifischen und selbst überschlagenden Entwicklung des Fruchtknotens mit der excentrischen Plazentation. Wir haben schon gesehen, wie in den Papajazeen, den Pangieen, den Passifloreen von allen Richtungen her eine Tendenz auf ausgezeichnet (beerenartig) entwickelten Fruchtknoten mit excentrischer Plazentation sich zeigt. Dahin schlagen die Papaverazeen und die Nymphäen ein, welche einen ausgezeichnet central gebauten Fruchtknoten bilden mit central wandständiger Plazentation, die ersten mit leerem Innern, die anderen mit einer mächtigen Mittelsäule, die aber auf einer Diskusbildung beruht, welchen sich dann von Seiten der umständigen Blüte die Bixien anschliessen. In diese ganze Entwicklung greifen dann von den Ribesien aus die Cacteen und vor allem die Cucurbitazeen ein, bei denen die der Anlage nach centrale Plazentation mit unächter Mittelsäule in sehr künstlicher Weise in eine anscheinend excentrische verwandelt ist. Wir werden diese Bildung, in der, wie wir sehen, Beziehungen von allen Richtungen her zusammenlaufen, verstehen, wenn wir sie als eine auf Grundlage des Fruchtknotens gesuchte Concentration der auseinandergehenden und dadurch ihr Verhältniss zu den Cupuliferen bezeichnenden vier Grundtypen, als Gegenpol der Cistazeen, welche mit annähernd atropen Samenknospen den Indifferenzpunkt dieser auseinandergehenden Richtungen bezeichnen, auffassen. Um meinen Gedanken auszudrücken, erinnere ich noch wieder an die Mooskapsel, nämlich an den so ausgezeichnet central gebauten Untersatz bei Polytrichum. Wie diese nach dem Gesetze der Krystallbildung vor sich gehende eminent centrale Bildung mit der kubischen Form der Kapselwand in Beziehung gedacht werden darf, so dürfen wir in der gesuchten, aber auseinanderfahrenden und der excentrischen Plazentation gegenüber nur mit einer gewissen Gewaltsamkeit scheinbar durchgesetzten centralen Bildung des Fruchtknotens, der ja, die Blüte oberständig gedacht, nur der Untersatz ist, wohl eine Ergänzung der Anschauung sehen, von der aus wir die ganze phanerogame Blütenentwicklung als die Ausführung des im Moose, man erlaube den Ausdruck, kindlich Angelegten betrachtet haben. In diesem Sinne gehe ich, vieles andere zur gelegentlichen Erwähnung aufsparend, jetzt auf die abschliessende Beziehung der monströsen Blüte von Rafflesia zu der ganzen Blütenentwicklung zurück. Die wird uns aber nun leicht verständlich sein, wenn wir nur die Bildung des Fruchtknotens als eines Hohlraumes als Stätte der Neubildung des Individuums, oder um der Beziehung auf die tierische Organisation vorzugreifen, als

Gebärmutter, als das Ziel der Blütenentwicklung festhalten, wie es in dem die Samenknospen central auf der Axenspitze in dem freien Hohlraum bergenden Fruchtknoten der Karyophylleenblüte erreicht ist. In den central an unförmlichen Zapfen hängenden Samenknospen mit ganz unentwickeltem Keime bei Rafflesia werden wir dann ebenso leicht den negativen Abschluss der ganzen inneren typischen Blütengestaltung, deren Höhe in den Karyophylleen (resp. Primulazeen) mit den central gestellten amphitropen Samenknospen erreicht war, als in den concentrischen Wülsten und Leisten in Erinnerung an die Myrtenblüte (Barringtonia) den negativen Abschluss der ganzen äusseren Blütengestaltung (d. h. der aktinomorphen) und in dem ganzen Monstrum das Zeugniss und das Geständniss des bei aller Herrlichkeit der Erscheinung nicht erreichten Zieles der Gestaltung erblicken. Ich wiederhole, dass das keine poetische Expectorationen, sondern auf dem Boden der Thatsachen beruhende Reflexionen sind. —

Nachdem ich nun die Revision meiner Auffassung der phanerogamischen Entwicklung als eines Gleichgewichtskampfes zwischen der typischen Darstellung des Individuums und der Blüte in Gemässheit des Verhältnisses der Blüte zum Individuum nach der Urform von dem innersten Verhältnisse der Blütengestaltung aus notdürftig ausgeführt habe, erübrigt es noch, wenigstens einen flüchtigen Blick auf die übrigen Verhältnisse zu werfen, damit der ausgeführte Grundgedanke in jeder Beziehung als der alle Verhältnisse beherrschende erwiesen werde. — Das allernächstliegende Verhältniss ist das Verhalten der Blüte in der Anordnung ihrer Teile zu den vorausgehenden Blättern, der Anschluss, resp. der Einsatz der Blüte, ein Punkt, der ohne das Verhältniss zum Blütenstand und zum Individuum gar nicht verstanden werden kann und daher durchaus mit der inneren Unterscheidung der Monokotylen und Dikotylen zusammenhängt. Zunächst ist davon nur bei Blüten aus den Seitenaxen die Rede und die ganze Beobachtung beruht auf der Thatsache, dass die Seitenaxen das Gesetz der Hauptaxe wiederholen, indem bei den Monokotylen die Seitenaxen regelmässig mit einem, besonders nämlich nach hinten gestellten zweikieligen Vorblatte, bei den Dikotylen mit zwei mehr oder weniger deutlich gegenständigen Vorblättern beginnen, zu denen dann die Blüte eine feste Stellung einnimmt. Was dieses Vorkommen im Ganzen angeht, so erblicke ich darin die Bestätigung der Auffassung des zusammengesetzten Individuums als Wiederholung des einfachen, und was die zweikielige Beschaffenheit des monokotylen addosirten Vorblattes angeht, so möchte ich darin doch nicht die Wirkung eines mechanischen Druckes, sondern einerseits eine Erinnerung an die Moosblätter erkennen, welche, wenn sie nicht wie gewöhnlich durch einen Mittelnerv mit zwei gleichen Hälften die normale Form des dikotylen Blattes vorbilden, rückschreitend mit Hinweisung auf die Lebermoose zweinervig sind; und anderseits eine Beziehung zu der unteren Spelze der Gramineenblüte, die ihrerseits als eine Wiederholung des Individuums zu fassen ist. Auch die addosirte, d. h. rückwärts der Hauptaxe zugekehrte Stellung des monokotylen Vorblattes möchte so ihre ideale Bedeutung bekommen, als ein weiterer Beleg dafür, dass die Blüte als ein Eingriff von oben her in die Entwicklung des Individuums zu betrachten ist. Die Beobachtung weist nur ein bestimmtes Verhältniss zwischen den Elementen der Blüte, zunächst den Blättern des äusseren Kreises (Kelches) und den Vorblättern nach und zwar bei einem Vorblatt und drei Kelchblättern so, dass das unpaare Kelchblatt dem

rückwärts stehenden Vorblatt gegenüber, also median nach vorne steht, was wieder vortrefflich zu der idealen Stellung der monokotylen Blüte passt; bei zwei seitlichen Vorblättern meistens so, dass das unpaare Kelchblatt median nach hinten steht. Es kommt dabei dann noch die Abfolge der Entstehung der Blätter nach der Spirale, die mehr oder weniger deutlich durch die Art der Deckung angezeigt ist, zur Sprache. Anderseits aber ist wieder zu berücksichtigen, dass durch spätere Entwicklung die gesetzliche Abfolge ganz verdeckt werden kann und dass oft Glieder wirklich fehlen, die man dann zu ergänzen sich für berechtigt halte. Ich kann hier nur sagen, dass sich in dieser Weise sehr verwickelte Verhältnisse ergeben, die sich aber in allen Fällen mit Sicherheit auflösen lassen, ebenso wie, um wieder daran zu erinnern, die verwickelten Krystallformen. Eine Durchführung des Grundgedankens durch diese Mannigfaltigkeit der Komplikationen muss natürlich der Zeit vorbehalten bleiben, wenn einmal ein wirklich wissenschaftliches Denken sich wieder der Naturbeobachtung wird bemächtigt haben. Ich kann hier nur anführen, dass der bis jetzt herausgestellte Befund vortrefflich zu dem Grundgedanken zu stimmen scheint. Es kommen nämlich neben dem gewöhnlichen fast als normal zu bezeichnenden Anschluss eines fünfzähligen Kelches bei zwei Vorblättern zwei Paare von Ausnahmen vor, die als Lobelien- und Papilionazeen und als Primulazeen- und Nupharstellung von den massgebenden Stellen ihres Vorkommens benannt sind. Bei Lobelia und den Papilionazeen liegt das unpaare Blatt nach vorn, ist aber bei jenen das zweite, bei diesen das erste nach der Abfolge der Entstehung, was eine Umkehrung des ganzen Verhältnisses besagt, wodurch dann, wenn man die Stellung von Lobelia in der Vorstufe und der Papilionazeen am Abschlusse der Entwicklung erwägt ein helles Licht auf die Verschiebung der Stellung in der schrägen Zygomorphie, die in der zwischenliegenden Entwicklung auftritt, geworfen wird. Eine ähnliche Umkehrung findet bei der Primulazeen- und Nupharstellung ein, indem bei beiden die Vorblätter typisch ganz fehlen und die beiden ersten Kelchblätter in ihre Stellung eintreten, wobei dann das vierte Kelchblatt bei den Primulazeen median nach hinten, bei Nuphar aber median nach vorn fällt. — Geht man nun von den Seitenaxen auf die Hauptaxe über, so scheinen sich diese Verhältnisse bis zu dem Grade zu verwirren, dass selbst die so wichtige von Braun ausgebildete Lehre von ein- und mehr- (bis fünf-) axig blühenden Pflanzen dadurch in Anspruch genommen wird, weil man die wichtigste Unterscheidung, den Gegensatz der typischen Darstellung des Individuums und der Blüte als Grundgedanken der ganzen phanerogamen, speziell der dikotylen Gestaltung dabei nicht ins Auge gefasst hat. Monokotyl kann davon in entscheidender Weise nicht die Rede sein, weil hier der Gegensatz der gipfelständigen Einzelblüte am typisch blattlosen Schafte, und des ebenso typisch deckblattlosen Blütenstandes die ganze Gestaltung beherrscht. Dikotyl aber tritt die endlich zur Blüte kommende Axe in der durchgesetzten Baumform in so weitem Abstande gegen die Hauptaxe zurück, dass hier die Bestimmung des Grades der Nebenaxe, die zur Blüte kommt, nicht mehr möglich wäre oder doch keinen Sinn mehr hätte. Daher kommt die Bestimmung des Grades der Axe, die zur Blüte kommt, nur nach Maasgabe der überwiegenden Blütenbildung zur Sprache, und wenn man dabei über fünfaxige Pflanzen nicht hinauskommt, so ist auch hier mit dieser Zahl eine der Bedeutung der Zahlen entsprechende

Grenze bezeichnet. Im strengsten Sinne einaxig blühend sind typisch nur die Rafflesiazeen, wo dann die monströse Gestaltung schon anzeigt, dass nach dieser Seite ebensowenig die Tendenz des gestaltenden Principes für die Blüte liegt, wie anderseits in der unbestimmten Zahl. Wo sonst bei normaler Gestaltung die Gipfelblüte zur Blüte kommt, da entwickeln sich immer normal Seitenaxen daneben, wodurch dann der Charakter des Blütenstandes bestimmt wird. Hier tritt dann sofort wieder die Herrschaft des Zahlengesetzes ein und zwar der Zweizahl. Wir haben das Dichasium als normalen centrifugalen Blütenstand, aber keine Trichasien, wie wir Dikotyledonen, aber keine Trikotyledonen haben. Aus dem Dichasium gestaltet sich durch ungleichseitige Entwicklung der Hälften das schon in seinem Namen die Widersinnigkeit ausdrückende Monochasium je nach der Stellung der Seitenaxen als Schraubel oder Wickel, Fächel oder Sichel. Das Trichasium und Pleiochasium kommt nur wie versuchsweise vor an solchen Stellen und in solcher Weise, dass es deutlich das Gesetz des Dichasiums bezeugt, wie besonders bei den Euphorbiazeen nachzuweisen ist. Das Dichasium hat seine typische Stelle, wie wir wissen, bei den Karyophylleen, wo also die fünfzählige Gipfelblüte mit den gegenständigen Blättern zusammenstösst, wodurch das Gesetz des Anschlusses der fünfzähligen Blüte an zwei Vorblätter bei seitlicher Axe ebenso paralysirt ist, wie die Samenknospe amphitrop, sei es rechts, sei es links gewendet ist. Diese Andeutungen mögen vorläufig genügen, um wenigstens die klare Ahnung eines nicht blos die Gestaltung der Blüte, sondern von da aus die ganze Gestaltung beherrschenden Zahlengesetzes nach den Verhältnissen und der nächsten Combination der Grundzahlen 1, 2, 3 zu begründen. Wenn man hierin nur eine Zufälligkeit sieht, so kann man freilich kein Gesetz der Gestaltung entdecken. Was dann die nicht dichasischen (botrytischen) Blütenstände angeht, so sind auch diese gleichwohl wieder nach dem obersten Gesichtspunkte der durchgesetzten oder unterdrückten Hauptaxe unterschieden; eine Aehre oder Traube unterscheidet sich von der Dolde oder dem Köpfchen nur nach dem Grade wie die relative Hauptaxe von den Nebenaxen überwogen wird, und wie diese, so haben auch die aus den verschiedenen Formen kombinirten Blütenstände, wie auch die vorhin genannten cymösen ihre ganz feste Stellung im Systeme, so dass sie ein Moment zur Realisirung des Grundgedankens bilden. Es ist so wenig zufällig, dass in den Compositen die oberständige verwachsene fünfzählige Blüte mit der einen anatropen Samenknospe und mit dem zum Körbchen gesteigerten Köpfchen oder in den Umbelliferen die oberständige freiblätterige fünfzählige Blüte mit dem aus zwei anatrop hängenden Samenknospen gebildeten Fruchtknoten mit dem Blütenstande der zusammengesetzten Dolde zusammentrifft, wie es zufällig ist, dass die Cupuliferen die männlichen Blütenstände als Kätzchen haben oder dass die aus der einseitigen Entwicklung des Dichasiums der Karyophylleen entstandenen unregelmässigen Monochasien ihren Hauptsitz bei der unterständigen verwachsenen Blüte haben, wo sie dann mit der schrägen Zygomorphie und einer abnormen Verwachsung der Blätter mit der Axe zusammentreffen. Denn auch bei den Blättern, um diesen Punkt noch eben zu berühren, stossen wir wieder auf dasselbe Grundgesetz, dass sie einesteils in ihrer vollkommenen Ausbildung sich nach dem Principe der durchgesetzten oder der unterdrückten Hauptaxe (die hier durch den Mittelnerv vertreten wird als fiedernervige oder handnervige unterscheiden und

dass anderntcils der Grad der Ausbildung, die Form und alle Besonderheiten in der Bildung des Blattes im genauesten Zusammenhange stehen mit der Stellung der betreffenden Form nach dem Grundgedanken. Dasselbe ist dann der Fall in Betreff der Entwicklung der Axe und nicht blos der Frucht, sondern auch des Samens, was ich der Polemik gegen die vermeintliche Entstehung der Phanerogamen aus den Kryptogamen wegen noch besonders hervorhebe. Ich würde es unbedenklich unternehmen an dem Verhältniss des Keimes zum Endosperm von den Gramineen an, wo der kleine Embryo seitlich an dem den ganzen Samen ausfüllenden Endosperm liegt bis zu den Cupuliferen hin, wo der Keim das Endosperm vollständig aufgezehrt hat, durch alle auch in diesem Punkte so mannigfachen Modifikationen hindurch an diesem Punkte wie an jedem anderen den Grundgedanken nachzuweisen und so etwa klar zu legen, wie die reine Darstellung des Individuums in dem Samen, der in seiner schönen ovalen Gestalt von der Cupula umfasst in seinem Innern ganz von dem Keime ausgefüllt wird, im genauen idealen Zusammenhange steht mit der durchgesetzten Idee des Individuums in der Baumform, also von der einen Seite mit dem in senkrechter und horizontaler Richtung gleichmässigen Wachstum der Axe, mit der vollendeten das Mark absorbirenden Holzbildung, mit dem einfachen elliptischen gegliedert eingefügten Blatte mit abfallenden Nebenblättern, von der andern mit den auf Jahrestrieben sich bildenden Blütenständen, mit der Scheidung der Geschlechter nach der Differenzirung der oberständigen und unterständigen Blüte u. s. w., und so an diesem einen Punkte, ich wiederhole es, wie an allen andern von dem Moose, resp. vom Polytrichum mit seiner äusserlich kubischen Kapsel an bis wieder zurück zu Cycas mit seinen der Eichelfrucht ähnlichen Samen, welcher aber den Keim mit zwei u n g l e i c h e n Cotyledonen in den massenhaften Endospermen birgt, den Grundgedanken der Gestaltung durchzuführen. Doch ich muss mich ja bescheiden und komme zum Schlusse nur noch auf die Bemerkung zurück, dass monokotyl die atrope Samenknospe als central aufrecht stehend nur annähernd, die central hängende in sehr charakteristischer Weise bei den Centrolepideen vorkommt. Die ganze rückschreitende Entwicklung, zunächst insoweit sie durch die Gymnospermen vertreten ist, gehört charakteristisch der dikotylen Stufe mit atroper oder anatroper Samenknospe an und dadurch werden wir auf den Punkt zurückgeführt, wo die ideale Auffassung der geltenden gegenüber ihren Hauptkampf in Betreff der vermeintlichen Entstehung bestehen muss. Wir haben früher gesehen, dass in dem Prozesse der Heterosporen von der einen Seite und der Moose von der anderen der Gedanke einer Entstehung der Phanerogamen, zunächst der Gymnospermen, aus den Kryptogamen in der Natur unmittelbar nahegelegt scheint; der Heterosporen, insoweit bei ihnen die Bildung des Vorkeims schrittweise in die Spore hineinverlegt ist, so dass man das Endosperm bei den Phanerogamen als Aequivalent des nun ganz in die Spore (den Embryosack) hineinverlegten Vorkeims auffassen kann, was dann in dem Keimungsprozess der Gymnospermen (wenigstens der Koniferen) noch eine besondere Bestätigung zu finden scheint; der Moose, insoweit hier die Entstehung des zweiten Individuums (des Sporogoniums) aus dem ersten die Möglichkeit einer Entstehung einer ganz anders gestalteten neuen Form auf geschlechtlichem Wege unmittelbar thatsächlich zu beweisen scheint. Ich bin diesem Scheine einer in der Natur an-

gezeigten Begründung der darwinischen Hypothese mit den zwei anderen Thatsachen entgegengetreten, dass erstens, wie alle höheren Kryptogamen, so namentlich auch die Heterosporen die Fruktifikation und zwar in der ausgesprochenen Weise durch Spermatozoideen, durch frei sich bewegende Zellen, d. h. auf dem beim tierischen Organismus herrschenden Wege vollziehen, während die Gymnospermen, wie alle Phanerogamen nur den pflanzlichen Weg durch die auswachsende Pollenzelle einhalten; und zweitens, dass das Moosindividuum allerdings aus dem geschlechtlichen Prozesse ein neues Individuum ganz anderer Form erzeugt, dass aber gerade hier dieses neue Individuum schlechthin für sich lebensunfähig und auf den (mechanischen) Zusammenhang mit dem erzeugenden Individuum schlechthin angewiesen ist. Indem die Natur also gerade an dem Punkte, wo kryptogamische und phanerogamische Entwicklung am unmittelbarsten sich zu berühren scheinen, den schärfsten Protest einlegt gegen eine blutverwandtschaftliche Entstehung der einen aus der andern, begründet sie vielmehr die ideale Auffassung, die ich nun in Betreff der Pflanze schon durchgeführt habe, die aber erst in ihrer ganzen Wahrheit erscheinen kann, wenn ich den in jenen beiden Thatsachen enthaltenen Hinweis einerseits auf den mechanischen Prozess und die Krystallisation und anderseits auf die tierische Organisation vollständig werde nachgewiesen haben. Was aber diese Annäherung oder scheinbare Annäherung der Kryptogamen an die Phanerogamen, namentlich im Prozesse der Neubildung des Individuums angeht, so werden wir darin nun mit Sicherheit nur einen Zug, der überhaupt auf die Kryptogamen in der rückschreitenden Entwicklung zurückgreifenden phanerogamischen Gestaltung nachweisen können. Zunächst ist zu beachten, dass diese Annäherung in der Bildung des Keimes gerade bei den Koniferen stattfindet, der an die Cupuliferen sich anlehnenden Stammform der rückschreitenden Entwicklung, welche auch äusserlich in der Wachstumsform des Individuums am deutlichsten zu der Wachstumsform der Schachtelhalme, der kryptogamischen Schlussform zurückbiegt. Mit den Koniferen stimmen von den Gymnospermen in der besonderen, von den übrigen Phanerogamen abweichenden Art der Keimung nur noch die Cykadeen überein, die in der Wachstumsform an die Palmen- oder Zwiebelbildung sich anschliessen, überhaupt aber ganz ihrer Stellung gemäss in einer bis ins Kleinste durchzuführenden Weise die Anklänge aller kryptogamischen, monokotylen und dikotylen Charaktere in sich aufnehmen. Jene abweichende Besonderheit in der Keimbildung bei den Koniferen und Cykadeen besteht nun darin, dass in dem Embryosack, d. h. der Zelle des Knospenkerns, aus dem der Keim sich entwickeln soll, vor der Befruchtung nicht blos das Endosperm, sondern in dem Endosperm zuerst noch besondere Körperchen (corpuscula) gebildet werden, aus denen dann durch die Befruchtung die Keime entstehen, während bei den übrigen Phanerogamen der Keim unmittelbar aus einer befruchteten Zelle des im Embryosack gebildeten Zellgewebes entsteht, mit der höchst bemerkenswerten genaueren Bestimmung jedoch, dass zunächst für den Zweck der Befruchtung immer zwei Zellen bestimmt sind, von denen die eine als Hülfsquelle, die nicht den Keim bildet, unmittelbar die Einwirkung des Spermas aufnimmt, um sie dann auf die andere zu übertragen. Der Unterschied ist also nur der, dass bei den Koniferen und bei den Cykadeen eine Zwischenbildung in den Prozess eingeschoben wird, sonst ist der Prozess

bei ihnen, wie bei allen anderen Phanerogamen. Diese Zwischenbildung hat nun in Verbindung mit der bei den Heterospermen schrittweise in die Spore (Makrospore) sich zurückziehenden Bildung des Vorkeims Veranlassung gegeben, das Endosperm der Phanerogamen mit dem Vorkeim der Kryptogamen zu vergleichen und demnach den Embryosack mit der Makrospore, wobei man dann nicht blos von der gänzlichen äusseren Verschiedenheit, die auch ich nicht in Anschlag bringen will, sondern auch von dem thatsächlichen Unterschied, dass das Endosperm immer nicht allein im Embryosack, sondern auch mit ihm in dem Knospenkern bleibt, während der Vorkeim auch bei Isoetes und Selaginella nach aussen heraustritt oder wenigstens entblösst wird, und dass zweitens die Befruchtung bei den Kryptogamen durch Spermatozoidien, bei den Gymnospermen, wie bei allen Phanerogamen durch das auswachsende Pollenkorn vollzogen wird, ganz absehen zu dürfen glaubte. So aber läuft diese angeblich wissenschaftliche Erklärung auf eine leere Analogie hinaus; das Thatsächliche aber dient aufs vollkommenste meiner idealen Auffassung. Wie die ganze Existenz und Geschichte des Vorkeims bei den höheren Kryptogamen, welche mit der für sie so charakteristischen Weise der Fruktifikation durch Spermatozoidien in einer inneren später genauer zu erläuternden Verbindung steht, mit dem kryptogamisch noch nicht erreichten idealen Standpunkte der Pflanzenentwicklung im einfachen Wechsel der Produktion und der Reproduktion des Individuums zusammenhängt, so ist es eine notwendige Ergänzung der idealen Auffassung, dass in der rückschreitenden Entwicklung wie äusserlich so auch innerlich eine Annäherung an die bis unmittelbar an die Phanerogamen heranreichende kryptogamische Entwicklung sich einstelle. Der Grad, in dem phanerogamisch der Keim das Endosperm absorbirt oder in dieser reinen Darstellung des Individuums im Keime noch zurückbleibt, ist ein wesentliches Merkzeichen der mehr oder minder erreichten Darstellung des idealen Grundgedankens, sowie der Vorkeim bei den Kryptogamen das Wahrzeichen des noch gar nicht erreichten Grundgedankens, welchen der Prozess der Pflanze als den reinen Wechsel zwischen dem anschaulich die Uridee darstellenden Individuum und der Reproduktion desselben durch die Blüte aus dem Samen verwirklicht. Dass die sogenannten Antipoden in dem Keimsacke mancher Angiospermen, Zellen, welche im Endosperm im Gegensatze zu dem sich bildenden Embryo vorübergehend auftreten, wie Sachs will, das wahre Aequivalent des Endosperm der Gymnospermen bilden sollen, kann doch vernünftiger Weise wohl nur in diesem idealen Sinne verstanden werden. Auf die Analogie zwischen der Entstehung der Pollenkörner bei den Phanerogamen mit der Mikrospore der Kryptogamen kann ich kein besonderes Gewicht legen, weil es sich hier in der Hauptsache nur um den aller Bildung freier Zellen gemeinsamen Prozess handelt. — Wenn ich nun das noch genauere Eingehen auf die merkwürdigen hier vorliegenden Prozesse der späteren Betrachtung vorbehalten muss, nachdem wir nämlich auch die tierische Organisation in ihrem Grundgedanken erfasst haben werden, so kann ich doch noch Einiges auch an dieser Stelle beibringen. Es lässt sich das methodische Grundgesetz der idealen Auffassung, wonach ich von Uebergängen einer Form in eine andere überhaupt gar nicht, wohl aber vom Uebergreifen der einen Entwicklungsrichtung in die andere reden darf, in der Weise, wie ich es vorhin in dem Verhältnisse der anomalen Laubmoosformen Andraea

und Sphagnum zu den Lebermoosen gezeigt habe, gerade in diesem Uebergreifen der rückschreitenden phanerogamischen, resp. dikotylen Entwicklung auf die Kryptogamen in besonderer Weise klar machen. Nur die Koniferen und die Cykadeen, nicht die Gnetazeen zeigen in der Entwicklung des Keimes die Annäherung an den Prozess der höheren Kryptogamen; dagegen verleugnen die Gnetazeen die Gymnospermie durch eine scheinbare Blütenbildung, welche bei Welwitschia bis zur Andeutung einer vollständigen Blüte und einem Hinweis auf den Griffel der Umbelliferen geht; nicht als ob diese spezifische Gestaltung des Integumentes bei Welwitschia ein Griffel oder ein Karpell als Samenhülle oder ein Perigon wäre, sondern weil hier in einem in all diesen Beziehungen indifferenten Organe ebenso eine Annäherung an die Blütenentwicklung ausgesprochen ist, wie bei den Koniferen und in den mit ihnen in dieser, aber auch nur in dieser Beziehung übereinstimmenden Cykadeen, eine Annäherung an die Kryptogamen in der Entwicklung des Keimes. Und anderseits, ist es richtig, dass wir in der Reihe der Heterosporen von den Rhizokarpeen aus nicht blos eine Zurücknahme des Vorkeims in die Spore, sondern darüber hinaus in den Charazeen das Auftreten des Vorkeims in der Entwicklung des Individuums aus der Spore (wie bei den Moosen) erblicken müssen, und zugleich die frappanteste äussere Vorbildung der phanerogamischen Blüte (wodurch dann, um das nicht zu vergessen, selbst die so lebhafte Färbung der Chara-antheridien ihre Erklärung oder wenigstens ihre Deutung findet), so sehen wir in der That den ganzen phanerogamischen Blütenprozess innerlich und äusserlich in der Reihe der Heterosporen so vorbildend angelegt, dass wir nun die centrale Stellung des Mooses in der ganzen Pflanzengestaltung vollständig erfassen, weil in der Kapselbildung des zweiten Individuums die ganze Blütenentwicklung der Phanerogamen in Beziehung, aber nur noch erst in mechanische Beziehung, woraus sich die zwischengeworfene Reihe der Heterosporen erklärt, zu dem die reine Urform darstellenden ersten Individuum gesetzt ist, welche dann organisch in der phanerogamischen Entwicklung durchgesetzt und durchgeführt wird. Darin, dass die rückschreitende Entwicklung in den Cykadeen mit einer Form abschliesst, welche im Grundtypus die Urform bewahrt, ist der Sieg des die Urform festhaltenden gestaltenden Principes bezeugt, gegenüber den monströsen Formen der Rhizantheen und besonders der Rafflesia, welche als parasitische Scheinpilze widersinnig die Blüte auf Grund des geschlechtlichen Prozesses als etwas Selbständiges darstellen wollen. Zur Begründung des durchgeführten Verständnisses, welches sich aus dieser Auffassung auch für die kryptogame Gestaltung ergibt, will ich ergänzend hier nur noch erwähnen, dass uns jetzt die besondere Beziehung der Marchantia auf die Compositen, von Anthoceros auf die Siliquosen, welche durch die Podostemeen vermittelt ist, und von Marsilia auf die Leguminosen, wobei nicht blos die zusammengesetzten Blätter, sondern auch die Form und der Bau der sogenannten Früchte zur Sprache kommt, wohl einigermaassen einleuchtender geworden sein wird. —

# VI. Das Tierreich.

Die erste Thatsache, die wir im Uebergange vom pflanzlichen zum tierischen Organismus konstatiren, ist, dass wir auch beim Tiere wie bei der Pflanze mit der Zelle, als dem organischen Elemente, beginnen müssen. Wenn wir deshalb die Einzelzelle als den Ursprung des Organismus bezeichnen, so darf ich dieses nach dem Rechte der beobachtenden Wissenschaft doch nur in Betreff des einzelnen erscheinenden Individuums thun, nicht in Absicht auf den Organismus im Ganzen, als ob im Sinne der Blutsverwandtschaftshypothese alle höher entwickelten Organismen aus den einzelligen, welche sowohl im Tierreiche wie im Pflanzenreiche eine fest umgrenzte Stufe der Entwicklung bilden, hervorgegangen wären. Die Beobachtung deutet auf ganz etwas anderes schon durch die Thatsache, dass sowohl beim Tiere als bei der Pflanze die erste Einwirkung des geschlechtlichen Prozesses der Fortpflanzung die Auflösung des Zellkerns in der Embryonalzelle, also die Degradation derselben aus einem höher formirten Zustande in einen formloseren erscheint, nach welcher Analogie ich einzig und allein dazu berechtigt bin, das Vorkommen einer Stufe einzelliger Individuen von kernlosen oder auch hautlosen Zellen, welches übrigens im Tierreiche viel klarer konstatirt ist, als im Pflanzenreiche, in ähnlicher Weise als ein Resultat der zerlegenden und rückschreitenden Entwicklung zu denken, wie im geschlechtlichen Prozesse beim höher entwickelten Akte das erste Ergebniss der Fruktifikation die Auflösung des Zellkernes ist. Und im Pflanzenreiche sehen wir namentlich bei den Flechten den Zerfall des Pflanzenkörpers in Zellen thatsächlich, wie denn auch die Dintomeen und alle Schizophyten gewissermaassen einen ausdrücklichen Protest erheben gegen die Meinung, als ob die höheren Organismen aus den einzelligen hervorgegangen seien. Doch soll diese polemische Seite der Thatsache hier vorläufig noch nicht ins Auge gefasst werden. Interessanter wäre es gleich schon bei der Urzelle des organischen Individuums den Unterschied im Gestaltungsprozesse der Zelle im Pflanzenreiche und im Tierreiche festzustellen, welcher dort in der That auf eine Art Miniaturbild der Erdkugel mit zwei Polen und einem Aequator zurückzukommen scheint, während die tierische Urzelle als eine Kugel mit ineinander geschachtelten Kern und Kernchen und einer aus radialen Stäbchen gebildeten Haut besteht. Doch möchte die Beobachtung hier wohl noch nicht hinlänglich sichere Grundlage bieten. — Was wir zunächst aus dieser ersten Thatsache zu entnehmen haben, ist die Zurückführung der Betrachtung auf die Bedeutung der Zelle, des lebendigen stofflichen Individuums, als Element der organischen Entwicklung und die verschiedene Ausgestaltung der-

selben in der Kombination zu organischen Individuen, welche wie in Betreff der Begriffe der Pflanze und des Tieres im Ganzen, so in der Ausgestaltung im Pflanzenreiche wie im Tierreiche im Einzelnen so gut hier wie dort für die wirkliche Beobachtung unter fest durch die Art bestimmten Gesetzen steht, die nur die ganz rohe und willkürliche Hypothese übersehen kann. Als den allgemeinen Unterschied der Ausgestaltung der Zelle in der Zellverbindung und Modifikation derselben zu höheren organischen Individuen haben wir schon den kennen gelernt, dass die pflanzliche Zelle durch die Ausscheidung der stickstofffreien Zellulose eine feste wie krystallinische Haut um sich bildet, wodurch die Einzelzelle in ihrer Selbständigkeit in einem hohen Grade conservirt wird, während beim tierischen Organismus die Einzelzellen, ohne eine solche feste Umgrenzung energisch auszuscheiden und zugleich durch Ausscheidung der Interzellularsubstanz in den Stützgeweben einen die Einzelzelle zusammenhaltenden Körper bildend, in einer Differenzirung von Systemen (Knochen Muskeln Haut Bänder Nerven) untergehen, die dann in ihrer notwendigen Beziehung aufeinander den Begriff des lebendigen stofflichen Individuums im Ganzen der Zellkombination im höchst gesteigerten Maasse zur Anschauung bringen. Halten wir dabei fest, dass durch keine Kombination von Zellen, wie gesteigert der Begriff des lebendigen stofflichen Individuums in derselben uns auch entgegentreten möge, die im Begriff der Zelle als des lebendigen stofflichen Individuums begründete Funktion überschritten werden kann, als ob aus der Zellkombination als solcher im Organismus etwas begrifflich oder qualitativ Anderes als in der Zelle grundgelegt ist, z. B. ein Denkendes oder Bewusstes, werden könne, so ist uns das Princip der Ausgestaltung des tierischen Organismus in der Unterscheidung von dem pflanzlichen aus der Sache heraus an die Hand gegeben. Die Zelle als das lebendige stoffliche Individuum beruht in ihrer Existenz wesentlich auf den beiden Grundkräften, einerseits den ausser ihr vorhandenen Stoff in sich hineinzuziehen und nach sich umzuwandeln, anderseits als einheitliches Ganzes auf den ausser ihr vorhandenen Stoff zu reagiren und ihm einen Widerstand entgegenzusetzen; sie ist, um es an dieser Stelle noch einmal exakt auszudrücken, ein Bewegungsprozess innerhalb des Stoffes, der für die Erscheinung als ein individuell Körperliches fixirt ist, wie die Flamme, wo wir die Bewegung sehen, und wie der Krystall, wo die Bewegung für uns in der festen Gestaltung (durch die Zahl) untergegangen ist. So kann auch in der höchst gesteigerten individuellen Zellkombination im tierischen Organismus als solchem nichts Anderes erscheinen, als einerseits die Kraft, den aussenliegenden Stoff in sich aufzunehmen und umzuwandeln (Ernährungsprozess) und anderseits auf die aussenliegende Stofferscheinung zu reagiren, was sowohl in der Empfindung als in der freien Bewegung geschieht. Insoweit die Zelle als solche schon den ganzen Organismus konstruirt (in den einzelligen Organismen) sind diese Grundkräfte des Organischen bei Pflanze und Tier noch wenig unterschieden, obwohl nur der Mangel noch nicht durchgeführter Beobachtung daraus den voreiligen Schluss machen lässt, dass die Wissenschaft deshalb berechtigt sei, einen gemeinsamen Urstamm der Pflanzen und Tiere in dem sogenannten Protistenreiche aufzustellen. Die Pflanze gibt die volle Entwicklung dieser beiden Grundkräfte des lebendigen stofflichen Individuums, der Zelle, auf, indem die Einzelzelle in der Zellulose gewissermaassen krystallinisch wird

und die Zellkombination, unter das Gesetz der Urform, welches dem kosmischen Verhältnisse der Erde zur Sonne und der central-peripherischen Gestaltung des Sonnensystems entspricht und weiterhin in der Anordnung der Teile unter das Zahlengesetz gestellt wird; im Tiere soll jene volle Entwicklung der Urkräfte der Zelle durchgesetzt werden, und daraus erklären sich für den entwickelten tierischen Organismus als Organe der Ernährung das Verdauungs-, Gefäss- und Athmungssystem, und von der anderen Seite als Organe der Reaktion des Individuums das System der Knochen Bänder Muskeln und der Sinneswerkzeuge, und als Beziehung und Vermittlung für Beides das Nervensystem, mit welchem, insoweit seine Funktion die Verbindung der Glieder zur Einheit des Ganzen ist, das Hautsystem, als das äusserlich das Ganze umschliessende in Beziehung steht. Durch die Combination dieser drei Systeme von Organen erscheint dann der entwickelte tierische Organismus als eine höchst komplizirte Zellverbindung, die in gesteigertem Maasse die Ercheinungen aufweist, welche das unterscheidende Merkmal schon der ursprünglichen stickstoffhaltigen Zelle oder des Protoplasmas ausmachen. Von der Fortpflanzung und dem geschlechtlichen Prozesse ist dabei vorläufig abgesehen, insoweit es sich zunächst nur um das Individuum handelt. Indem also im tierischen Organismus in Betreff des Individualisationsprincipes ein Fortschritt über den pflanzlichen gemacht wird, setzt derselbe den Urbegriff der Zelle als lebendiges stoffliches Individuum durch, so aber, dass er zugleich die grössere Conservirung der Form der Einzelzelle und die in die Urform gelegte kosmische Beziehung der Pflanze aufgibt. Aus dieser in der Natur begründeten Auffassung erhellt, dass in der Durchsetzung des Individualisationsprincipes als Grundlage der Gestaltung im Organismus ein sich abschliessender Kreislauf und eine Ausgleichung in Betreff der Beziehung der fortschreitenden Individualisation auf das Ganze der Stoffgestaltung stattfindet. Das Tier setzt als vollkommen in sich abgeschlossener und freier Organismus den in der Urzelle als Protoplasma angezeigten Begriff des lebendigen stofflichen Individuums durch, erscheint aber jetzt in der Grundrichtung seiner Gestaltung nicht mehr als eine der Stellung der Erde im Sonnensysteme, sondern als eine spezifisch der Erde angehörende Bildung. Wie die Grundrichtung der Pflanze in der senkrecht auf der Horizonialebene gestellten einerseits nach dem Mittelpunkte der Erde, anderseits nach dem Mittelpunkte des Sonnensystemes hin wachsenden Axe, so liegt die Grundrichtung des Tieres in der zur Horizontale parallel laufenden Axe. Um aber nun aus dieser allgemeinsten Grundlage das wirkliche Gestaltungsgesetz zu gewinnen, ist es notwendig, sofort den Blick vom Individuum auf die Fortpflanzung des Individuums zu richten, wodurch erstens im Allgemeinen der Fortschritt des Individualisationsprincipes im Stoffe im lebendigen stofflichen Individuum gegenüber dem Krystalle, als der in ihrem Resultate erstarrten Bewegung der Stoffteile, bedingt ist und welche wir zweitens schon in der Pflanze als das die ganze höhere Entwicklung gestaltende Motiv erkannten; und zwar werden wir nun eben aus der dort gewonnenen Erkenntniss den spezifischen Fortschritt des organisirenden Principes im Tierreiche gegenüber dem Pflanzenreiche zum Verständnisse bringen. Im Pflanzenreiche greift an der entscheidenden Stelle beim Moose, als der kryptogamischen Centralform, der mechanische Prozess noch wesentlich in das ideale Princip der ganzen Gestaltung ein, insofern die zweite Generation als Produkt des geschlechtlichen Prozesses

ein nur mechanich mit dem die Urform darstellenden ersten Individuum Verbundenes ist, und wir haben gesehen, dass das Motiv der ganzen Gestaltung der Phanerogamen die ideale Ueberwindung dieses mechanischen Eingriffes ist, indem der dualistische geschlechtliche Prozess in der Blüte an die Urform geknüpft wird. Im Tiere ist in der Fortsetzung dieses in die phanerogamische Pflanze hineingelegten Principes die Fortpflanzung durch den geschlechtlichen Prozess typisch so in das Individuum hineinverlegt, dass sie, was in ihrem Begriffe liegt, nicht mehr blos durch den Gegensatz und das Zusammenwirken zweier Zellen, als Elementarorgane, sondern zweier vollständig entwickelter Organismen bedingt ist. Wie aber dadurch nun auch die volle Entwicklung des lebendigen stofflichen Individuums im tierischen Organismus bedingt ist, wird uns zunächst noch ein Rückblick auf die Gestaltung im Pflanzenreiche, wie wir sie nach der idealen Anschauung verstanden haben, darthun. Indem wir nämlich die Baumform als die durchgesetzte Urform erkannt haben, die deshalb auf allen Stufen hervortritt, kryptogamisch in den Farnen, monokotyl in den Palmen, rückschreitend in den Koniferen und Cykadeen, dikotyl in den Cupuliferen, dem Hauptbrennpunkt der ganzen phanerogamischen Entwicklung, wo das Individuum nach der Grundidee der Pflanze innerlich in der Axenbildung, im Kampfe mit der durch den geschlechtlichen Prozess bedingten Blüte siegreich sein Recht behauptet, so verstehen wir erst vollständig die ungeheure Sorgfalt, welche in der Natur auf die innere Ausbildung der Axe bei den Cupuliferen, und nach Maassgabe des Verhältnisses, in dem sie zu den Cupuliferen stehen, bei den baumförmig wachsenden Pflanzen überhaupt gelegt ist. Wenn wir glauben dürfen, in dem idealen Verhältnisse der Blüte zum Individuum den spielenden Versuchen der jetzigen Wissenschaft gegenüber das wirkliche wissenschaftliche Princip der mannigfachen Blütengestaltung erfasst zu haben, so werden wir wenigstens den allgemeinen Gesichtspunkt für das Verständniss der Thatsache, dass die innere Ausbildung des Stammes und des Holzkörpers bei den baumartig wachsenden Pflanzen eine Ausbildung und spezifische Verschiedenheit zeigt, welche die überwältigende Mannigfaltigkeit der Blütengestaltung an Schwierigkeit des Verständnisses umsomehr übertrifft, als hier auch jeder äussere Erklärungsgrund fehlt, durch die Rücksicht auf die ideale Bedeutung der Ausgestaltung des Individuums glauben dürfen gewonnen zu haben. Was wir schon bei der Krystallisation gesagt haben, dass die Wirklichkeit der Gestaltung ein idealer Kampf ums Dasein für die der ganzen Krystallisation als individueller stofflicher Raumausfüllung zu Grunde liegende Form des Hexaeders betrachtet werden muss, so steht mir der Baum, die Eiche, als die Form vor Augen, in der die ideale Bedeutung des Wachstums der Pflanze, nachdem sie den geschlechtlichen Process der Fortpflanzung in der Blüte gleichsam bei Seite geschoben hat, im Kampfe mit den realen Verhältnissen siegreich durchgesetzt ist. Ich spreche aber nur von einem allgemeinen Gesichtspunkte für die Erklärung dieser Thatsache der inneren Mannigfaltigkeit der Durchbildung des Wachstums im Stamme der Bäume, weil es sicher für jetzt noch als eine zu weit gehende Forderung erscheinen wird, über das im vorigen Abschnitte Angedeutete hinaus in diesem Punkte in die Erklärung des Einzelnen einzugehen. Wenn aber nun schon im Pflanzenreiche die Rücksicht auf die ideale Bedeutung des Individuums eine so ausserordentliche Sorgfalt der inneren Bildung motivirt, wo diese in einem Gegensatze zu der Idee

der geschlechtlichen Fortpflanzung in der Blüte erscheint, so können wir begreifen, dass wir für die innere Organisation des Tieres, wo das lebendige stoffliche Individuum in seiner höchsten freien Darstellung und zwar so, dass der geschlechtliche Prozess typisch als gestaltendes Motiv in das Individuum hineinverlegt ist, erscheinen soll, noch eine viel höhere und komplizirtere Leistung des Individualisationsprincipes in der Natur zu erwarten haben, natürlich aber nicht in der Weise der Holzbildung im Pflanzenreiche, wo immer die Einzelzelle und ihre Modifikation auch in der Zellverbindung das Ueberwiegende bleibt, sondern nach dem Maassstabe der tierischen Entwicklung, wo die Zellverbindungen zu Systemen differenzirt sind, die in ihrer notwendigen Angewiesenheit aufeinander eben den individuellen tierischen Organismus konstituiren. Als allgemeine Bemerkung schicke ich noch dieses voraus, dass die das ganze Individuum äusserlich umschliessende Haut, welche schon die höhere Entwicklung der Einzelzelle (gegenüber den kernlosen Zellen) signalisirt und welche den Pflanzenkörper als äussere Haut umgrenzt (während beim Tiere, wie wir sehen werden, die innere Haut hinzukommt), für das Tier insoweit eine ganz besondere Bedeutung bekommt, als die Sinneswerkzeuge als solche Stellen zu bezeichnen sind, wo die sensitiven Nerven mit der Aussenwelt in Verbindung treten, woraus wir die grosse Bedeutung dieses Verhältnisses für die Ausgestaltung des tierischen Organismus erkennen, und ferner, dass ein wesentlicher Unterschied des Tieres von der Pflanze auch darin liegt, dass auf die freie Einzelzelle nicht blos beim Processe der (geschlechtlichen) Fortpflanzung wie bei der Pflanze rekurrirt wird, sondern schon in dem Aufbau des Individuums in den Blutkörperchen nämlich, welche so den Prozess des Werdens des festen Individuums aus dem Flüssigen, das Grundgesetz der ganzen Gestaltung, in der vollendeten Darstellung des lebendigen Individuums wiederholen. — Treten wir jetzt der Frage näher, inwieweit uns die Natur auch im Tierreiche wie bei den Pflanzen einen maassgebenden Grundtypus der Gestaltung an die Hand gibt, so ist der Weg hier insoweit viel geebneter, als die Hauptklassen der höher entwickelten Tiere so prägnant geschieden vor uns liegen (Säugetiere Vögel Reptilien Amphibien Fische, Kerftiere, Mollusken), dass hier die wissenschaftliche Beobachtung der einfachen Anschauung folgen muss und dass uns daher, wenn wir nur auf dieser Grundlage nach richtiger Begriffsbildung vorangehen, auch der die Gestaltung leitende Grundtypus nicht entgehen kann. Das allen diesen Hauptformen Gemeinsame ist aber die gestreckte bilaterale nach einer unteren und oberen, vorderen und hinteren, rechten und linken Seite unterschiedenen Körperform, deren Axe der Horizontalebene parallel ist, worin wir dann leicht den Gegensatz zu der aufrecht wachsenden peripherisch die Blätter in akropetaler Abfolge erzeugenden Axe als der Urform der Pflanze erkennen. Wenn diese Grundform im Bau des tierischen Organismus zwar allgemein in der Wissenschaft anerkannt, aber durchaus nicht richtig verwertet ist, so kann das seinen Grund nicht etwa darin haben, dass sie bei den Mollusken noch keineswegs mit entschiedener Klarheit auftritt, was die jetzt fast allgemeine Anerkennung der höheren Stellung der Mollusken nicht gehindert hat, sondern nur darin, dass man einseitig der Ausbildung der inneren Gliederung in der Axe der Wirbelsäule im Gegensatz zu der Gliederung des ganzen Körpers bei den Kerftieren (Gliedertieren, Kondylopoden) ein zu grosses Gewicht beilegt und dadurch jenen allgemeinsten

und höchsten Gesichtspunkt aus dem Auge verliert. Die höheren Mollusken (Gasteropoden) sowohl wie die Kerftiere, die Fische und alle Vertebraten zeigen jenen allgemeinen tierischen Grundtypus der gestreckten bilateralen, eine untere und obere, rechte und linke Seite unterscheidende Körperform mit der zur Horizontale parallelen Axe, und wenn wir nun innerhalb dieses allgemeinsten Grundtypus nach richtiger Begriffsbildung die Formen unterscheiden, so werden wir zu keiner anderen Anschauung kommen können, als dass die Mollusken zwar in ihren höchsten Formen die gestreckte Körperform und die Unterscheidung der unteren und oberen Seite (in dem Fusse und dem Mantel) in sehr prägnanter Weise darstellen, die Gliederung aber in Verbindung mit der bilateralen Form in Entwicklung einer rechten und linken Hälfte nur eben erst in der ersten Andeutung in den Fühlern des Kopfes zeigen. Dem gegenüber sehen wir dann in den Kerftieren die äussere, in den Fischen die innere Gliederung des Körpers (in der Wirbelsäule) als das formbestimmende Princip eintreten und verstehen so die höchste Stufe der tierischen Entwicklung als diejenige, wo sich die äussere und die innere Gliederung verbunden und vollständig durchgebildet haben. In solcher Weise wird dem Schwanken in Betreff der Stellung der Mollusken über oder unter den Kerftieren in ihrer Beziehung zu den Vertebraten ein Ende gemacht, indem die Mollusken zwar die erste Form sind, welche den tierischen Grundtypus im Allgemeinen darstellen und in gewisser Weise dadurch der höchst entwickelten Form nahe kommen, aber das mit seinem Gegensatze des Innern und Aeussern notwendig in die Organisation eintretende Princip der Gliederung noch nicht durchgemacht haben. Kommen hiernach die Fische in gleicher Höhe mit den Kerftieren unterhalb den vollkommenen Vertebraten zwischen den Mollusken und diesen zu stehen, so soll eben damit die einseitige Hervorhebung der inneren Gliederung, wodurch die Vertebraten allen anderen Formen gegenübergestellt werden, als unrichtig bezeichnet sein, was in der Natur schon dadurch beglaubigt wird, dass die Fische, um soviel sie sich durch die Wirbelsäule in der Durchbildung der vollendeten Form des tierischen Individuums annähern, um ebensoviel im Prozesse der Fortpflanzung durch die mangelnde Begattung den Kerftieren gegenüber sich von ihnen entfernen, so dass, wenn man das ganze Princip der Gestaltung im Auge hat, eine vollständige Ausgleichung stattfindet. Wir sehen leicht, dass in dieser Anschauung für die Mollusken in der Gestaltung des Tierreiches eine analoge Stellung gewonnen wird, wie für die Moose in der Gestaltung des Pflanzenreiches, d. h. um die Auffassung vor jedem Missverständnisse zu bewahren, wie die Moose als kryptogamische Centralform zuerst die Urform der Pflanze, so erreichen die Mollusken die Grundform der tierischen Gestaltung; das Genauere muss sich natürlich aus dem beiderseitigen Grundprincipe der Gestaltung ergeben; denn wir werden allerdings erkennen, dass es um ganz etwas anderes als um eine oberflächliche und spielende Analogie sich handelt. Vorläufig bemerke ich nur, dass diese innere Beziehung der Mollusken zu den Moosen vermöge ihrer parallelen Stellung im Tierreiche und im Pflanzenreiche hinlänglich klar von beiden Seiten ausgesprochen ist, bei den Mollusken durch den gerade hier auftretenden Hermaphroditismus, der als das bei der Pflanze normale Vorkommen in der Blüte hier im Tierreiche wie ein überschüssiges Moment erscheint, sowie auch durch die Spiralform des Gehäuses der Schnecken (die aber nicht wie bei den Pflan-

zen von unten nach oben, sondern umgekehrt von oben nach unten wächst) und durch das Vorkommen pflanzlicher Zellbildung im Innern des Leibes; bei den Moosen durch die tierische Weise der Befruchtung durch Spermatozoidien im ganzen Bereiche der Kryptogamen zwar, die aber bei den Moosen um so bedeutsamer ist, weil sie im vegetativen Processe hinter den anderen höheren Kryptogamen zurückstehen und gerade von ihnen aus in den Lebermoosen die unterste Stufe der Thallophyten eingeleitet wird. Ich könnte schon hier hinzufügen, dass die bivalven Muscheln den Mollusken mit spiralem Gehäuse gegenüber dieselbe Stellung einnehmen, wie die Lebermoose zu den Laubmoosen, und auch schon bemerken, dass in dem Zurücktreten der Moose im vegetativen Process hinter den Gefässkryptogamen und der bei den vollkommensten Schnecken als ein überschüssiges und doch ganz besonders hervorgehobenes Moment bezeichneten Begattung eine innere Beziehung stattfinden kann, wenn wir den ganzen Gleichgewichtskampf der organischen Entwicklung überschauen. — Gewinnen wir in dieser Weise von den Mollusken aus durch den Gegensatz der Fische von der einen und der Kerftiere von der andern Seite im Fortgange zu der höchsten Stufe, wo neben deren Centralform, den Säugetieren, in den Vögeln und Reptilien (mit den Amphibien) sich der Gegensatz der Fische und Kerftiere (mit Beziehung auf das verschiedene Verhältniss, worin das Tierreich im Gegensatze zum Pflanzenreiche zu den Elementen im alten Sinne des Wortes steht) wiederholt, einen klaren Ueberblick über die Gestaltung des tierischen Organismus in seiner höheren Entwicklung, so scheint uns nicht minder durch diese innere Beziehung der beiden grossen organischen Gestaltungen aufeinander der Weg zum wahrhaften Verständnisse der niederen tierischen Entwicklung gewiesen zu sein. Zunächst verstehen wir dadurch, dass sich neben dem spezifisch tierischen Typus der gestreckten bilateralen Körperform ein zweiter Grundtypus geltend macht, der unzweideutig dem Grundtypus im Pflanzenreiche, speziell der Blüte, in centraler Anordnung der Teile entspricht. Es gehören dazu die Schwämme, die Coelenteraten (Phytozoen), die Echinodermen, die Bryozoen und die Kephalopoden; nicht als ob ich alle diese Formen, bei denen die centrale Anordnung der Körperform entweder geradezu das Maassgebende ist oder doch wesentlich mitwirkt, in dem Sinne der jetzt geltenden Einteilungsprincipien als eine zusammengehörende Klasse bezeichnen wollte, sondern, um in der Zusammenstellung das mächtige Eingreifen des Grundtypus der pflanzlichen Gestaltung in die tierische Gestaltung zu konstatiren. Den Kern dieser Richtung bilden die Coelenteraten und die Echinodermen, welche beide, obwohl bei beiden die centrale Gestaltung als ganz maassgebend auftritt, doch noch zwei unter sich sehr wesentlich verschiedene Stufen darstellen. Unter ihnen stehen die Schwämme so, dass man sie ebensogut als den Endpunkt der alleruntersten Stufe der Sarkodetiere, wie als den Anfangspunkt der höheren Entwicklung in den Coelenteraten und den Echinodermen betrachten kann: die Bryozoen aber und die Kephalopoden gehören ganz entschieden der höheren Entwicklung der Mollusken an, in die wir das Princip der centralen Anordnung hier noch nebenbei eingreifen sehen. Die Stellung dieser pflanzlichen Formen im Tierreiche ist sehr bestimmt in der Natur dadurch ausgedrückt, dass sie typisch eine rückschreitende Entwicklung haben, die, um hier nur erst ganz im Allgemeinen zu sprechen, sich darin zeigt, dass der Embryo die freie tie-

rische Form, die Grundform der tierischen Organisation in vollkommenerer Weise darstellt, als das sich daraus entwickelnde Tier. Vorerst mache ich, da es zunächst nur gilt, eine Uebersicht über das Ganze zu gewinnen, darauf aufmerksam, dass wir nicht diesen auf dem Eingreifen des Principes der centralen Gestaltung beruhenden Formen deshalb auch eine centrale Stellung im Tierreiche vindiziren dürfen. Ihre Stellung kann nur eine schiefe oder seitliche sein, weil eben die centrale Gestaltung nicht der Typus der tierischen Organisation ist; und eben diese Einsicht ist es, die uns in der Uebersicht der Gestaltung einen grossen Schritt weiter führt, nämlich zum Verständniss der grossen Abteilung der Würmer in dem jetzt festgestellten Sinne, wonach sie eine fest umgrenzte Abteilung der niederen Tiergestaltung bilden. Ihr Charakteristisches ist entschieden der tierische Typus mit freiem Individuum (im Gegensatz zu den Zoophyten oder Tierstöcken der Coelenteraten), gestreckter Körperform und Andeutung einer Differenzirung der oberen und unteren, der vorderen und der hinteren Seite, die einerseits zu deutlicher Gliederung mit bilateraler Articulation fortschreitet, anderseits aber der centralen Gestaltung auch noch einen bedeutenden Raum gewährt. Lassen wir uns, was ich der jetzigen Denkweise gegenüber, welche jedes tierische Individuum nach Analogie des menschlichen Bewusstsein als ein Individuum im geistigen Sinne (als eine Person, um mit dem skurrilen Ausdrucke Häckels zu reden) betrachtet, als die einzig wissenschaftliche Methode geltend mache, von dem Gedanken eines die ganze Organisation des Stoffes beherrschenden Formgesetzes leiten, so werden wir den Zoophyten gegenüber die Würmer als diejenige noch unter der typischen Tierform bleibende Gestaltung betrachten dürfen, in der bei der gestreckten Körperform das in ihrer tierischen Ausbildung begründete Princip der Gliederung (in Metameren) noch mit dem pflanzlichen Principe der centralen Bildung kämpft und dadurch werden wir von neuem in interessenter Weise auf eine durchgreifende Beziehung der tierischen Organisation zur pflanzlichen hingewiesen. Die gegliederte Axe haben wir ja schon bei den Pflanzen kennen gelernt und zwar so, wenn wir ihr charakteristisches Vorkommen bei den Equiseten Gramineen und Karyophylleen (Polygoneen Umbelliferen) ins Auge fassen im Gegensatze einerseits zu der Blüten- und anderseits zu der vollkommenen Axenentwicklung, wodurch wir sie in den Equiseten als die Schlussform der kryptogamischen Entwicklung verstehen. Können wir demnach verstehen, dass die nach der Grundidee der pflanzlichen Gestaltung gewissermaassen bei Seite geschobene gegliederte Axe als ein Grundelement in die tierische Gestaltung aufgenommen wird, so wird dies Verhältniss in der Natur in erkennbarer Weise dadurch ausgedrückt, dass mit der gegliederten Axe im Pflanzenreiche zwar gegenständige Blätter sehr häufig und zwar nach einem erkennbaren Gesetze verbunden sind, nie aber anders als so, dass eine Drehung der Paare um einen Winkel von 90°, also eine Kreuzstellung der seitlichen Organe eintritt, während bei der Gliederung im Tierreiche, zunächst schon bei den Würmern, hintereinanderliegende seitliche Organe in auffallender Weise auftreten, was bei den Würmern umsomehr zu beachten ist, weil diese als die zusammengeschobenen Anhängsel der oberen und unteren Seite der Metameren zu betrachten sind, uns aber erst bei der Betrachtung der vollkommenen Wirbelsäule vollständig klar werden wird. Beachtet werden mag hier noch, dass die bei den Würmern im Extrem auftretende Glie-

derung (bei den Bandwürmern) als parasitische Form sich darstellt im Gegensatze zu der Stockbildung bei den Zoophyten; weil eine Stockbildung, die nach dem Vorbilde pflanzlicher Entwicklung vor sich gehende Vereinigung mehrerer Individuen zu einem Gesammtkörper, bei den Würmern nicht vorkommt, können wir eine eigentlich rückschreitende Entwicklung ihnen nicht zuschreiben. Gegenüber den Zoophyten und den Würmern nun, welche von der tierischen Grundform der Gastrula, d. h. der durch einen Hohlraum im Körper dargestellten Verdauungsstelle wenigstens ausgehen (die wir von Häckel in diesem Sinne willig aufnehmen), stellen die Infusorien diejenige Form der Sarkodetiere dar, in denen diese tierische zuerst wenigstens andeutend erreicht wird. Unter Sarkodetieren verstehen wir das individualisirte lebendige Protaplasma, welches, insoweit es als tierisches Individuum erscheint, doch noch keine Differenzirung und Gliederung der Systeme in sich aufgenommen hat. Bei den Infusorien nun findet eine Scheidung der Sarkode in eine Rindenschicht und eine innere bewegliche halbflüssige Marksubstanz statt, welche bei den höchsten Formen bis zur Bildung eines inneren Hohlraumes fortschreitet und der anderseits die Wimpern als Bewegungsorgane entsprechen. Wir können gleich hinzusetzen, dass bei einigen auch schon die Unterscheidung eines vorderen und eines hinteren Teiles (Mundes und Afters) sich zeigt und dass auch hier schon der Gegensatz pflanzenartig sich festsetzender Formen, und solcher mit gesteigerter tierischer Bewegung (in den Rädertierchen) auftritt. Im Uebrigen sind die Infusorien alle als einzellig zu betrachten, insoweit bei ihnen keine deutliche Zusammensetzung aus mehreren Zellen sich zeigt, und alle mikroskopisch klein. Halten wir die aus dem einheitlichen Gedanken der ganzen Organisation hervorgehende Parallele der pflanzlichen und tierischen Entwicklung im Auge, wonach wir die Mollusken in gleicher Höhe mit den Moosen als den Scheidepunkt der höheren und der niederen Entwicklung erkennen, so entsprechen mutatis mutandis wie der Gegensatz der Zoophyten und der Würmer dem Gegensatze der Pilze und Flechten, so die Infusorien den Algen, und diese Auffassung erhält dann ihre vorläufig letzte Bestätigung dadurch, dass nun im Tierreiche jenseits der Infusorien als der aus den Sarkodetieren hervorgehobene Entwicklung noch das ganze grosse Gebiet der Sarkodetiere selbst liegt, in dem die Infusorien als die central abschliessende, den Anfang der spezifischen Tierbildung andeutende Form erscheinen. Ein Beweis für die Richtigkeit der ganzen Auffassung ist dies aber in doppelter Weise. Erstens durch die Existenz dieses Vorkommens an sich. Denn wenn es richtig ist, dass wir diese untere Entwicklung, die bei den Pflanzen durch die Kryptogamen, bei den Tieren durch die Mollusken und die unter ihnen stehenden Formen dargestellt wird, nach unserer idealen Auffassung nicht als eine genetische Stufe der höheren Entwicklung, sondern als die andere, verschmelzend zerlegende oder, wenn wir wollen, negative rückschreitende Seite der höheren Entwicklung betrachten müssen, so ist es ja im Verhältnisse des Tierreiches zum Pflanzenreiche begründet, dass, so wie das Tier es ist, welches als höchst differenzirte und modificirte Zellkombination den Urbegriff der Zelle als des lebendigen stofflichen Individuums durchsetzt, so auch die rückschreitende Entwicklung einen Schritt über die zerlegende Entwicklung im Pflanzenreiche, die in der Wunderwelt der Diatomeen immer noch die pflanzliche Zelle darstellt, hinaus auf das Protaplasma

selbst zurückgreift, und auch hier, wie wir sehen werden, in anderer noch grossartigerer, man darf sagen groteskerer Weise eine Wunderwelt im Kleinsten uns darstellt, die, wenn man einmal die Quantität im Denken überwunden hat, dem Blicke in die Wunder des gestirnten Himmels mindestens das Gleichgewicht hält. — Zweitens aber gibt auch das ganz deutlich vorliegende Princip der Ausgestaltung in dieser untersten Stufe noch wieder den Beweis für den durchgreifenden Grundgedanken. Denn es werden drei Formen dieser eigentlichen Sarkodetiere unterschieden, die Rhizopoden, die Radiolarien (Polycysten) und die Gregarinoiden, welche in dem Verhältnisse zu einander stehen, dass wenn die Rhizopoden den indifferenten Grundcharakter dieser mikroskopischen Tierwelt bezeichnen, der deshalb die mannigfachsten Formen in den sich ausscheidenden festen Teilen und die unbestimmteste Beweglichkeit der lebendigen Sarkode zeigt, nach der einen Seite die Radiolarien, welche durch eine sich concentrisch einschachtelnde Kernbildung der festen Bestandteile, und nach der anderen die Gregarinoiden, welche einen Ansatz zur Gliederung und zur Zusammensetzung der einzelnen Individuen zu einem zusammenhängenden Ganzen zeigen, der Grundgegensatz auf dieser untersten Stufe noch sich wieder darstellt. —

Ist diese Durchführung richtig, so würde ich schon an dieser Stelle im Stande sein, die einzig wahre wissenschaftliche Auffassung des ganzen Gestaltungsgesetzes im Stoffe nach dem Principe der sich durchsetzten Individualität, welches der denkende Mensch mit seinem Bewusstsein erfasst, in ihren wesentlichen Momenten zu erläutern. Der Kubus, als die krystallinische Grundform ist einfach die individualisirte stoffliche Raumausfüllung, insoweit sie unter das Grundgesetz der Zahl im Verhältniss der 1 zur 3 gestellt ist, wobei die 2 nur indirekt mitwirkt, insoweit sie in der Parallelität der vier quadratischen Flächen steckt. Hier handelt es sich, wie rein nur um ein Zahlengesetz, so auch nur um rein mechanische Vorgänge. Indem in der Zelle die Grundlage der lebendigen stofflichen Individualität eintritt, d. h. des stofflichen Individuums, in welchem nicht die Bewegung der Stoffteile in dem ausgestalteten Individuum zur Ruhe und zum Stillstande kommt, sondern ein Stoffwechsel, im gestaltenden Ernährungsprocess sich fortsetzt, tritt das Moment der Zeit, die Entstehung des einen Individuums aus dem andern, die Fortpflanzung, in den individualisirenden Process ein. Ist der Krystall als eine Ueberwindung des (leeren) Raumes durch das stoffliche Individualisationsprincip zu bezeichnen, so handelt es sich beim lebendigen Organismus auch um eine Ueberwindung der Zeit, d. h. um eine Conservirung der individuellen Form in der Fortpflanzung. Bei der Pflanze ist dabei die Grundform aus der idealen Beziehung zu den kosmischen Verhältnissen genommen und der in die Reproduktion des Individuums hineingelegte und sich vollziehende Kampf motivirt die Mannigfaltigkeit der Gestaltung in ähnlicher, aber viel reicherer Weise, als sie in der Krystallisation motivirt ist. Dabei ist für das Pflanzenreich wesentlich, dass das mechanische Princip in der Entwicklung des Mooses als der idealen Centralform der ganzen Pflanzengestaltung noch ins Innerste der Entwicklung eingreift und damit hängt es zusammen, dass hier wieder (in den Monokotylen) das Grundverhältniss der 1 zu 3 formgestaltend auftritt, woraus die anderen Combinationen in ähnlicher Weise sich ergeben, wie bei den Krystallen sich alle Formen auf das Tetraeder zurückführen lassen (wo die Dreizahl in

den Flächen plastisch gestaltend auftritt, welches selbst ideal genommen nur als hemiedrische Form aus dem Oktaeder gewonnen wird). Beim Tiere, dessen zur Horizontale parallele Hauptaxe nur die Beziehung zur Erde ausdrückt, ist diese kosmische Beziehung aufgegeben und zugleich das Eingreifen des mechanischen Prozesses in die Fortpflanzung und die Bedeutung der Zahl als gestaltendes Princip. Indem in demselben Maasse die Reproduktion ganz in das nun als lebendige stoffliche Einheit durchgeführte Individuum verlegt wird, ergibt sich eine noch viel weitergehende Complikation der Verhältnisse als Motiv der Gestaltung, wobei dann nebenbei auch die Zahl (und zwar am durchschlagendsten die krystallinische und auch die kryptogamische Zwei- und Vierzahl) und direkte mechanische Vorgänge (wie in dem Wasserkanalsystem der niederen Seetiere) mit eingreifen, abgesehen davon, dass die ganze Gliederung als ein mechanisches System zu verstehen ist. Doch wird es, ehe wir diesen abschliessenden Rückblick thun, dem Zwecke dienen, zuvor auch die Entwicklung im Tierreiche etwas genauer anzusehen und den kritischen Blick auf die jetzt so genannte Phylogenesis zu werfen. — Auch hier möge das Schema zu Grunde gelegt werden, welche ich jedoch nur für die niederen Tiere genauer ausführe.

**Vögel.**

**Säugetiere.**

**Reptilien.**

Amphibien.

**Fische.** **Kerftiere.**

Kephalopoden.

**Mollusken.**

Bryozoen.

Echinodermen. Würmer.

Zoophyten.

Schwämme.

**Infusorien.**

Radiolarien, Rhizopoden. Gregarinoiden.

Die Rhizopoden sind reine Sarkodetiere, d. h. individualisirtes Protoplasma, jedoch als solches festzuhalten, nachdem der Versuch in dem sogenannten Bathybius, der sich als chemischer Niederschlag erwiesen hat, eine unorganische Grundlage für die Tierentwicklung zu gewinnen, misslungen ist. Die Individualisation spricht sich in den nackten Rhizopoden (Amoeben) nur in einer geringen Differenzirung der Protoplasmamoleküle und in einer festen, aber regellosen Gestaltung oder einer willkürlichen Ausstrahlung der Masse (Pseudopodien) aus. Andere zeigen eine festere Form, indem sie entweder rein mechanisch durch Sandkörner oder durch Aussonderung ein Gehäuse bilden, welches entweder ganz dicht ist (wie bei den Arcelliden) oder durchlöchert, um die Pseudopodien durchzulassen, meist aus Kalk besteht und die mannigfachsten Formen zeigt, unter denen die die Molluskengehäuse nachahmenden auffallen, namentlich unter den Foraminiferen (Plecanium, Polystomella, Paronia u. s. w.) Zu bemerken ist, dass auch schon bei den Rhizopoden sich festsetzend entwickelnde Formen vorkommen (Acinedita, Strahlenbäumchen). — Was die beiden

neben den eigentlichen Rhizopoden stehenden Formen angeht, so mache ich besonders darauf aufmerksam, dass die Radiolarien, deren Charakter in einer einfachen oder doppelten häutigen Centralkapsel besteht mit einer Art Skelett durch kieselige Ausscheidungen, die in den mannigfachsten Formen, deren Verständniss jeder teleologischen und genetischen Erklärung spottet, radial oder tangential zu der Centralkapsel sich verhalten, immer selbständig lebende tierische Individuen sind; dass dagegen die Gregarinoiden, deren Grundcharakter auf Gliederung und Längsteilung deutet, nur als Parasiten im Darmkanal und der Leibeshöhle anderer Tiere, namentlich von Insekten und Myriopoden, vorkommen. Wir erinnern uns, dass bei den Zoophyten und Würmern ein ähnlicher Gegensatz obwaltet. Die Infusorien, welche sich als die höchste Form der Sarkodetiere von den Rhizopoden dadurch unterscheiden, dass sie nicht blos in der inneren Struktur durch Differenzirung eines äusseren festeren und eines inneren flüssigeren Teiles, welche in den höheren Formen bis zur Darstellung der tierischen Urform mit einem Verdauungsapparat, der einen Magen nebst Mund und After zeigt, fortschreitet, sondern auch in den Organen der Bewegung, die hier nicht mehr durch regellos sich ausstreckende Fortsätze, sondern durch festgeordnete Cilien geschieht, feste Formen aufweisen, zeigen in ihren etwa 600 Arten, die zum bei weitem grössten Teile im Süsswasser leben, von den einfachsten Formen der Bakterien bis zu den ausgebildetsten der Vortizellen und der Rädertierchen, wenn wir diese mit Recht den Infusorien zuzählen, die mannigfachsten Anklänge an die höhere Entwicklung. Wenn ich die Rädertierchen lieber zu ihnen als zu den Würmern stellen möchte, obwohl sie einigermaassen durch eine Art Nervenbildung den Infusoriencharakter zu überschreiten scheinen, so ist das nur um den Gegensatz zu den Vorticellen hervorzuheben, welche nach der Seite der Zoophyten hin in ähnlicher Weise den eigentlichen Charakter der Infusorien einigermaassen verleugnen, wie jene nach der Seite der Würmer hin. Das Eingreifen der pflanzlichen Entwicklung zeigt sich auch darin, dass manche Infusorien, und namentlich auch die Vortizellen Cellulose ausscheiden. Die Fortpflanzung geschieht bei allen diesen Formen durch Teilung, Sprossung oder auch auf geschlechtlichem Wege durch Conjugation, worauf also hier noch kein besonderes Gewicht gelegt ist. —

In welchem Sinne ich die dem Gesetze des strahligen Baues unterliegenden Tiere als eine zusammenhängende Entwicklung auffasse, der gemäss sie im allgemeinen als Zoophyten bezeichnet werden könnten, habe ich oben gesagt. Der wirkliche Thatbestand kommt dieser Auffassung in jeder Weise entgegen. Ich bemerke zunächst, dass die Schwämme im strengen Sinne noch unter dieser Entwicklung bleiben, weil eine strahlige Anordnung der Teile bei ihnen noch keineswegs grundbestimmend hervortritt, und die Bryozoen und Kephalopoden, die nach ihrer inneren Organisation entschieden den Mollusken angehören, in demselben Sinne eigentlich über derselben stehen, weil bei ihnen die strahlige Entwicklung nicht mehr grundbestimmend auftritt, so dass der Kern der Entwicklung in erkennbar fortschreitender Ueberwindung des pflanzlichen Gestaltungsprincipes durch das tierische in den Zoophyten mit den Medusen und den Echinodermen liegt. — Die Schwämme, welche in ihrem ausgewachsenen Zustande reine Sarkodetiere sind, würden deshalb unbedingt dieser untersten Stufe zugezählt werden müssen (wie es

z. B. von Schmarda geschieht), wenn man den Umstand unbeachtet lässt, dass sie aus Eiern entstehen, die in ihrem ersten Entwicklungsstadium als Embryonen entschieden den Rang eines frei sich bewegenden Infusoriums vertreten, so dass die ganze Darstellung des entwickelten Tieres als eines festsitzenden vielkammerig verzweigten pflanzenartigen Stockes, dessen feste Teile mit der tierischen Sarkodemasse überzogen sind, als eine rückschreitende Entwicklung erscheint. Sehen wir von der zweifelhaften Existenz der sogenannten Fleischschwämme, welche noch kein festes Gerüste ausscheiden, ab, so werden die Schwämme offenbar sehr natürlich nach der Substanz des festen Gerüstes in Hornschwämme Kieselschwämme und Kalkschwämme eingeteilt, wenn wir nämlich auf den Grundbestandteil des Skelettes sehen. Es ergeben sich dann einige, wie es scheint, nicht uninteressante Bemerkungen. Zunächst dass die nur in einer Abteilung vertretenen Süsswasserschwämme (Potamospongiae) zu den reinen Hornschwämmen gehören. Bei den meisten Hornschwämmen nämlich, welche im Meere wachsen, finden sich ausser dem hornigen Gerüste in der Sarkode oder mit demselben verflochten eine grosse Menge der wunderbarsten kieseligen Ausgestaltungen, die uns ähnlich wie bei den Radiolarien in einer, wenn wir einmal die Quantität überwunden haben, im Denken, ich wiederhole es, der Fixsternwelt an staunenerregender Wirkung auf das Bewusstsein gleichstehenden oder sie übertreffenden Mannigfaltigkeit der Stoffgestaltung erscheinen. Und damit scheint es denn im Zusammenhange zu stehen, dass gerade die eigentlichen Kieselschwämme, wo das ganze Gerüste aus verbundenen Kieselnadeln besteht, die wunderbar zierlichen Gebilde der Emplectella, Hyalonema u. a. darstellen, bei denen die Nachahmung von Pflanzenformen namentlich im spiralen Wachstum ebenso vorzuwalten scheint, wie anderseits bei den Kalkschwämmen die sprechendsten Nachahmungen der Blütenform (Dunstervillia) hervortreten. Dürfen wir nicht schlechthin an ein leeres Spiel in der Schöpfung glauben, so werden wir gestehen müssen, dass die ideale Auffassung hier erst die Möglichkeit und den Anfang einer wissenschaftlichen Betrachtung eröffnet. — Die Radiaten im engeren Sinne, welche nach meiner Auffassung spezifisch den überschlagenden Eingriff des pflanzlichen Gestaltungsgesetzes und zwar der Blütenbildung in das Gebiet des Tierischen darstellen, ordnen sich diesem Principe gemäss in die zwei grossen Abteilungen der Zoophyten (Coelenteraten) und der Echinodermen, welche mit dem Fortschritt der inneren Organisation zugleich den Fortschritt in der Klarlegung der Unausführbarkeit dieser versuchten Verschmelzung des pflanzlichen und tierischen Organisationsgesetzes aufweisen. Der wesentliche Unterschied der Organisation beruht darin, dass die Echinodermen das Verdauungssystem und das Gefässsystem vollständig von einander scheiden, während bei den Coelenteraten (Zoophyten) beides in unmittelbarem Zusammenhange bleibt und für beide Funktionen ein gemeinsamer Hohlraum (Gastrovaskularraum) vorhanden ist. Dem entsprechend ist bei den Echinodermen der tierische Charakter des selbständigen Individuums viel entschiedener ausgebildet, indem wir hier durchaus nicht mehr die Vereinigung vieler Individuen zu einem Stocke und nur in einer Abteilung, den Crinoiden, noch sich festsetzend entwickelnde Formen finden, wie auch die Entwicklung in den mannigfaltig gestalteten Larven nicht in dem Maasse wie bei den Schwämmen und Zoophyten eine rückschreitende ist. Bei dieser letzteren ist, wie bei den Schwämmen

immer die Bildung von nach Pflanzenart viele Individuen vereinigenden Stöcken das überwiegende Vorkommen. Gemeinsam ist bei beiden die ganz ausgeprägte centrale Form, welche dann auch wie bei den Pflanzen eine entschieden mitbestimmende Herrschaft fester Zahlen eintreten lässt. Die Zoophyten oder Coelenteraten selbst, um diese nun zunächst genauer ins Auge zu fassen, ordnen sich nach demselben Gesichtspunkte in die beiden Abteilungen der Anthozoeen und der Medusen, wobei es unbenommen bleiben mag, eine dritte Hauptform der Medusiformen auszuscheiden; insoweit wir, wie ja jeder Tierstock von einem Ei oder Embryo ausging, auch neben in verschiedenen Graden ausgebildeten Stöcken immer solche Formen sehen, welche mehr oder weniger vollständig das Individuum rein erhalten, wie z. B. unser Süsswasserpolyp (Hydra) ein sich festsetzendes Individuum darstellt, welches aber durch Knospenbildung den Anfang einer Stockbildung zeigt (ohne aber je zu einem andern Stadium überzugehen; denn nie genug kann vor der phylogenetischen Illusion gewarnt werden). — Die Anthozooen bilden nie freiwerdende Individuen; die Medusen (Quallen, Akalephen) weisen den Process des Ueberganges von Stockbildung zur Darstellung freier Individuen auf. — Ein für sich ausscheidender Nervenring findet sich nur bei den freien Medusen, wodurch der Fortschritt der tierischen Entwicklung angezeigt ist. Damit haben wir jedenfalls die grosse Hauptmasse dieser ungeheuren Entwicklung umfasst; die höhere Ausbildung einzelner Individuen scheint dieser Hauptentwicklung nebenbei zugehen. Die Stockbildung der Anthozoen (Korallen) ist wie bei den Schwämmen immer verbunden mit der Ausscheidung fester Massen, die dann aber trotz ihres pflanzenartigen Wachstums einen fortschreitenden tierischen Charakter den Schwämmen gegenüber dadurch zeigt, dass das Gastrovaskularsystem einen gemeinsamen Hohlraum bildet, mit dem die einzelnen Tiere und wieder die Tentakula der einzelnen Tiere durch Kanäle communiciren. Wie die Mundöffnung central mit den Tentakeln umgeben ist, so ist auch der Hohlraum durch Mesenterialfäden und durch radiale Wände, die entweder von aussen nach innen oder von innen, von einer Centralsäule aus, nach der Aussenwand sich erstrecken, geteilt, wobei wir uns sehr wohl an die Fruchtknotenbildung der Phanerogamen erinnern können. Wenn in allen diesen die centrale auf den Typus der Pflanzenentwicklung hinweisende Anordnung der Teile hervortritt, so möchte doch auf der anderen Seite nicht zu übersehen sein, dass in der Stockbildung, sozusagen in dem Vorkeim der Medusen, welcher aus einer Reihe übereinander getürmter Glieder besteht, von denen sich dann die vollkommenen Tiere ablösen, das Princip der Gliederung (der Metamerenbildung) eintritt, welches, wie wir wissen, im Pflanzenreiche im Gegensatze zu der die centrale Anordnung ausprägenden Blüte erscheint. Und durch diese Beziehung, die wir weiter bei den Würmern verfolgen werden, möchte zunächst die so ganz auffallende Form der Siphonophoren ihre Aufklärung finden, welche neben den Medusen den Anthozoeen gegenüber eine andere freiwerdende Form der Pflanzentiere darstellen. Wie nämlich die Medusen durch einen streng centralen Bau charakterisirt sind, so stellen die Siphonophoren frei schwimmende Polypenstöcke dar, bei denen die aus Knospung entstehenden Individuen durch Arbeitsteilung ein gegliedertes Ganzes bilden, welches die tierischen Funktionen der Bewegung Empfindung, Ernährung und Fortpflanzung noch wie unter das Gesetz pflanzlichen

Wachstums stellt. Dass anderseits in den Ctenophoren (Rippenquallen) der radiäre Typus durch den symmetrischen, dem tierischen Typus sich annähernden, verdrängt wird, ist der Stellung, die ich für diese Entwicklung in Anspruch nehme, durchaus entsprechend; ebenso dass wir gerade bei diesen auch die Vereinigung der Geschlechter in demselben Individuum finden (wie bei den Mollusken). — Der gegebenen Auffassung gemäss erkennen wir dann in den Echinodermen eine Wiederholung und Steigerung des Principes, wonach wir die Medusen in ihrem Verhältnisse zu den Anthozoen verstanden haben. — In den Crinoiden mit noch festsitzendem gegliedertem Stiele haben wir eine noch dem Entwicklungsgange der Quallen entsprechende Form, welche dann in den Seesternen und Seeigeln in ganz freiwerdende Formen ausmündet. Eine den Siphonophoren entsprechende Form finden wir hier nicht, was damit stimmt, dass die Echinodermen überhaupt und namentlich die Seesterne und Seeigel einen grossen Fortschritt in der inneren tierischen Organisation zeigen, indem nicht allein das Verdauungssystem vollständig entwickelt und vom Gefässsystem getrennt, sondern auch das Nervensystem und das Muskelsystem und demgemäss auch das Bewegungssystem viel vollkommener entwickelt ist, und zwar bei den Seesternen und Seeigeln wieder viel vollkommener als bei den Crinoiden. Gleichzeitig aber überschlägt die centrale Bildung in absoluter Weise, wie sich in dem Verhältnisse der Seeigel zu den Seesternen zeigt und versenkt sich sozusagen die Entwicklung in einen krystallinischen Mechanismus, wie sich in Ausscheidung kalkiger Gebilde, in den Füsschen und Tentakeln und den mit diesen in Verbindung stehenden Ambulakral- oder Wassergefässsystem zeigt. Durch dieses sind diese Tiere in ihrer inneren Organisation unmittelbar auf das (Meer-) Wasser, in dem sie leben, angewiesen, mit dem das Wassergefässsystem durch ein eigenes Organ, die siebartige Madreporenplatte, in Verbindung steht. Die innere Organisation erreicht ihren Höhepunkt in den Seeigeln, in dem Darmkanale, der mit einem eigentümlich ausgebildeten kalkigen Verdauungsorgan versehen ist, und eine dem Munde (jedoch nicht immer) gegenüberliegende aborale Oeffnung hat sowie in dem immer getrennten Geschlechtsapparat. Neben den Seeigeln stehen dann endlich die Holothurien, eine nach ihrer innern Organisation durchaus den Echinodermen angehörende Form, welche aber den centralen Bau schon ganz gegen den gestreckten typischen, zum Teil selbst bilateralen, zurücktreten lassen. Sie sind eine innerhalb der Echinodermen (feste kalkige Ausscheidungen in wunderbarer Formenmannigfaltigkeit kommen bei ihnen nur in der Haut vor) die typische tierische Form so anticipirende Form, wie die Siphonophoren unter den Medusen als freie gegliederte Tierstöcke ganz unter die Form des pflanzlichen Wachstums zurücksinken, wie namentlich die Form von Diphyes zeigt. Die Holothurien haben wie immer eine gestreckte Form, so auch immer einen Mund und die demselben entgegenliegende aborale Oeffnung des Darmkanals, ein Punkt, worauf bei der Durchbildung der Tierform ein ganz durchschlagendes Gewicht gelegt ist. Auch ist zu bemerken, dass unter den Holothurien mehrere Gattungen (Synapta und Molpadia) Zwitter sind, wie bei den Mollusken. Die Entwicklung ist bei den Echinodermen eine von dem immer frei sich bewegenden Embryo aus durch mannigfaltige Larvenformen fortschreitende, wobei zum Teil schon angedeutete höhere Gliederung in rückschreitender Entwicklung wieder abgeworfen wird. —

Was nun (um die Moostiere und die Cephalopoden vorerst noch aus dem Spiele zu lassen) diese ganze Zusammenfassung der Radiaten als eine Entwicklung im idealen Sinne, nach dem Gesichtspunkte der unter den Pflanzen, speziell unter den Blütentypus gestellten Tiergestaltung angeht, so gewinnt dieselbe schliesslich noch eine besondere Bestätigung durch die Beachtung des Zahlengesetzes, nicht blos insoweit im Allgemeinen hier wieder wie bei den Blüten sehr feste Zahlen und zwar dieselben wie bei den Pflanzen auftreten, sondern auch im speziellen Vorkommen. Während bei den Madreporen die Vier- und die Sechszahl oder deren Vervielfältigung bei den Gattungen, Arten oder auch Individuen wechseln, zeigen die eigentlichen Blumentiere durchschlagend Sechsteilung, die Alcyonarien Vierteilung, die Medusen immer Vierteilung, die Echinodermen immer Fünfteilung, was man, wie sie als die höhere Stufe den Anthozoen gegenüberstehen, geradezu mit dem Verhältnisse der Dikotylen zu den Monokotylen und Kryptogamen in Beziehung bringen könnte. — Die Würmer sind die von Linné an bis auf Häckel und seine Schüler, der in ihnen den Ausgangspunkt aller höheren Tierentwicklung sieht, umstrittenste Klasse, welche bis jetzt die Wissenschaft in eine Art Verzweiflung gebracht hat, wie z. B. Gegenbauer ausspricht, wenn er sie als eine Vereinigung vieler nicht gerade naher verwandter Formen definirt, weil sie anderen Abteilungen nicht eingefügt werden können, ohne dort als völlige Fremdlinge zu erscheinen. Ich folge entschieden der Aufstellung Schmardas, der die Bryozoen und die Tunikaten auf Grund der inneren Organisation von den Würmern ausschliesst, und mir dadurch eine richtige Umgrenzung und ein Verständniss der Formentwicklung dieser Abteilung nach dem oben angedeuteten idealen Gesichtspunkte möglich macht. Das charakteristisch Gemeinsame der Würmer gegenüber den Phytozoen ist die conservirte gestreckte tierische Form mit freier Bewegung, welche wie in der inneren Organisation des Ernährungs- Muskel- und Nervensystems, so in äusserer Gliederung mit Differenzirung einer unteren und oberen, vorderen und hinteren, auch rechten und linken Seite alle Stufen von der noch fast vollständigen, an die Infusorien reichenden Indifferenz bis zur an die Mollusken reichenden Höhe zeigt. Mit der Stufe der Radiaten verbinden sie auch das ihnen eigentümliche Wassergefässsystem, welches jedoch bei ihnen nicht lokomorische, sondern excretorische Bedeutung hat (bei den in der Erde lebenden Dammerde verschlingenden Regenwürmern scheint es durch den Verdauungskanal vertreten zu sein); denn der wesentliche Gesichtspunkt für diese Erscheinung ist die direkte Beziehung, worin hier der lebende Organismus durch einen reinen Mechanismus mit dem Wasser gesetzt ist. Nicht minder scharf tritt die Parallele zwischen den Radiaten und den Würmern in dem Gegensatze der Entwicklung hervor, wonach bei jenen die individuelle Tierbildung nur im Kampfe mit der pflanzenartigen Stockbildung sich vollzieht, während diese zwar die freie und individuelle Tierbildung von Haus aus bewahren, aber nun in demselben Maasse zu auseinanderfallender Gliederung und zu parasitischem Leben übergehen. Dass endlich auch bei den Würmern, deren Grundgestaltungsprincip die gestreckte tierische Form und die Gliederung (Metamerenbildung) ist, noch die radiale Form in einzelnen Bildungen eingreifend sich geltend macht, ist durchaus verständlich und dem Principe gemäss, wie ja auch auf der anderen Seite bei den Crinoiden und Medusen das Princip der gegliederten Axe eingreift, und wenn wir

z. B. bei einem merkwürdig hoch entwickelten Wurm (Chaetopterus) eine ganz an den Vorkeim einer Meduse erinnernde Form sehen, so möchte das ein beachtenswerter Wink für das Verständniss der Formen sein. Die Fortpflanzung geschieht bei den Würmern zum Teil noch durch Teilung oder Sprossung, meistens aber auf geschlechtlichem Wege, teils durch Zwitter, teils durch getrennte Geschlechter, worin jedoch, wie es scheint, wohl ein mit dem aufgestellten Princip stimmendes Gesetz erkennbar sein möchte; jedenfalls ist es zu bemerken, dass bei den Bandwürmern jedes sich ablösende Glied ein vollständiges Zwitterindividuum darstellt. Die Entwicklung ist eine gerade (von rückschreitender Entwicklung möchte kein sicheres Beispiel bei den Würmern vorhanden sein), durch mehr oder weniger Zwischenstufen (Metamorphosen), die zum Teil wie bei den Bandwürmern, mit Wanderung durch verschiedene Tierleiber, also mit Ausdehnung auf den Parasitismus verbunden ist. — Eine Durchführung der Formen im Einzelnen ist mehr als von mir verlangt werden kann. Ich kann nur nach Anleitung von Schmarda, der mir hier durchaus als der sicherste Führer erscheint, zu dem Ueberblicke einige Bemerkungen nach meiner Auffassung machen. Schmarda stellt die folgenden Unterabteilungen auf: Zuerst die Turbellarien oder Strudelwürmer mit Flimmerepithel und plattem blatt- oder bandförmigem, ungegliedertem oder eine Gliederung nur andeutendem Körper (Catenidula, Ommatoplaea), scheinen einen in sich abgeschlossenen Kreis von den noch des Darmes und der Nerven entbehrenden Acoelen bis zu dem ganz vereinzelt stehenden im feuchten Sande lebenden Balanoglossus, welcher in einer auffallenden Weise durch Ausscheidung eines scheinbaren Kopfes (des sogenannten Rüssels mit dem Kragen), eines gestreckten zweiteiligen Leibes mit Kiemen und eines Schwanzteiles mit dem After die vollkommenen Formen vorbildet, während zugleich die als Fornaria bekannte Larve in einer prägnanten Weise die tierische Urform mit einem in der Mitte erweiterten und mit einem Munde und After versehenen Darmkanal darstellt. In dieser Weise scheint in der That in diesem untersten Kreise die ganze Entwicklung der Würmer vorgebildet zu sein (ähnlich wie ich bei den kleistokarpischen Moosen an ihrer Stelle nachgewiesen habe), und mit Rücksicht auf den Typus der tierischen Gestaltung als der gestreckten Leibesform mit Differenzirung von unten und oben, rechts und links, vorn und hinten scheint die Ausbildung der platten, der rundlichen und der an der Bauchseite platten, an der Rückenseite gewölbten Form als ein leitender Gesichtspunkt aufgestellt werden zu können. Die plattgedrückte Form erreicht ihren Höhepunkt in den parasitischen Bandwürmern, zugleich mit der überschlagenden Gliederung, welche, insofern die einzelnen Glieder geschlechtliche Zwitter sind, den Begriff des tierischen Individuums in den des Tierstockes, wie bei den Zoophyten, nur auf ganz entgegengesetztem Wege übergehen lässt, und damit möchte es denn zusammenhängen, dass die Reihenfolge der entstehenden Glieder die entgegengesetzte ist, wie bei einem gegliederten Pflanzenstengel. Beim Bandwurm beginnt die Entwicklung vom Kopfteile aus, indem immer neue Glieder sich zwischenschieben, wie denn überhaupt die besondere Entwicklung des Kopfteiles bei diesen Würmern hervorzuheben ist. Die rundliche (walzliche) Form scheint in den meist parasitisch lebenden Nemathoden, und anderseits in den als freie Meertiere lebenden Gephyreen ihren Höhepunkt zu erreichen, welche beide nicht Zwitter sind. Die

Gephyreen nähern sich so sehr den Echinodermen, dass sie früher zu den Holothurien gerechnet wurden. Sie weisen sehr unvollkommene, aber auch sehr vollkommene Formen bis zu einer Art innerer Gliederung der Leibeshöhle durch Dissepimente auf. Zu der dritten Grundform, welche sich am meisten der Form der Schnecken (Gastropoden) nähert, scheinen vorzüglich die zu gehören, welche eine mässige Gliederung des Leibes zum Teil mit seitlichen Organen haben, wohin der Blutegel und die Regenwürmer gehören. Doch bescheide ich mich, wie gesagt, hier die Gestaltung im Einzelnen durchführen zu können, obwohl eine Möglichkeit dazu der Sache nach deutlich genug vorliegt. —

Dürfen wir nun in den Phytozoen und den Würmern einen über die Sarkodetiere und die Infusorien sich erhebenden Gegensatz der tierischen Entwicklung erblicken, der noch unter dem Gesetze des pflanzlichen Gegensatzes der central gebildeten Blüten, und der gestreckten gegliederten Axenentwicklung steht oder unter dieses zurücksinkt, so werden wir nun mit grösserer Sicherheit in den Mollusken diejenige Form aufweisen können, in der sich die tierische Entwicklung selbständig von der pflanzlichen scheidet, freilich noch nicht, um nun in einem Schritte die Höhe der Vollendung zu erreichen, wohl aber, um nunmehr die volle Ueberwindung und innere Ausgleichung jenes Gegensatzes einzuleiten. Der Angelpunkt dieses Verständnisses der Mollusken sind die luftathmenden Gastropoden und zwar gerade in dem Umstande, dass diese einerseits Zwitter, aber gewissermaassen überflüssiger Weise Zwitter sind (denn es findet dessungeachtet eine gegenseitige Begattung statt), und dass sie zwar den Schnecken, d. h. den nach Pflanzentypus das Gehäuse in der Spirale bauenden Mollusken (nur in umgekehrter Richtung von unten nach oben, wie ähnlich bei den Bandwürmern) angehören, unter ihnen aber in den hervorgehobensten Arten das Gehäuse fahren lassen und nackte Schnecken sind. Ist in diesen Verhältnissen der ideale Grundgedanke so exakt und knapp wie möglich ausgesprochen, so lässt es die Natur hier, wie überall, an der ausdrücklichsten Bewahrheitung desselben nicht fehlen. Dahin rechne ich erstens, dass die Luftathmung, welche durch eine, wenn auch noch unvollkommene Lungenbildung vermittelt wird, zugleich mit einer Art Diaphragmabildung, dem entschiedensten Zeichen der höchsten Tierentwicklung, verknüpft ist, und zweitens, dass gerade bei den Schnecken (und zwar vor allen bei den luftathmenden) die an sich eigentlich überflüssige Begattung der Individuen mit so ganz besonderen Bildungen und Vorgängen verbunden ist. Einen Roman sehe ich darin freilich nicht, wohl aber einen bedeutsamen Wink zum Verständniss der Natur. Dass bei den Mollusken Cellulose- oder celluloseähnliche Ausscheidung vorkommt, ist eine in Betreff der Beziehung auf das Pflanzenreich willkommene Bestätigung der Auffassung. Dass zu den lungenathmenden Schnecken auch noch reine Wasserschnecken gehören, wird uns nicht irre machen, wenn wir uns nur an die Cetazeen unter den Säugetieren erinnern. Auch die Entwicklung der Mollusken in ihren mannigfaltigsten Formen entspricht nun so deutlich dem aufgestellten Principe, dass ich es hier wagen darf, sie bis ins Einzelne durchzuführen. Ich habe aber absichtlich die ideale Rücksicht vorausgeschickt, weil die ganze äussere und zum Teil selbst die innere Organisation in ihren Hauptunterschieden dadurch bestimmt wird. Das Charakteristische der Mollusken ist, dass der Leib, der die zu einem hohen Grade der Vollendung

gebrachten tierischen Organsysteme in sich vereinigt ist, von einem Sack oder Mantel umgeben ist, der mehr oder weniger einem pflanzlichen Zellgewebe sich nähert und in den allermeisten Fällen ein kalkiges Gehäuse ausscheidet, so dass der typische Bau der Mollusken genau entsprechend ihrer Stellung die drei Instanzen der Organisation im Tierreich Pflanzenreich und Mineralreich darstellt, indem die mineralische Ausscheidung typisch unter das Gesetz der pflanzlichen Spirale gebracht ist. Ausscheidung rein krystallinischer Formen wie bei den unteren Stufen der Entwicklung kommen bei den Mollusken nur noch vereinzelt und andeutungsweise vor, oder sie sind, wie in dem wunderbaren Zahnsystem der Gastropoden, wie bei dem vollkommenen Tierorganismus, als Bestandteile in demselben verwendet. Eine zweite durchschlagende Thatsache ist, dass die zweischaligen Mollusken zugleich auch die kopflosen, d. h. die noch nicht zur typischen Tierform durchgedrungenen sind (wobei ich vorläufig von den ganz abweichenden Formen der Bryozoen und der Manteltiere, die natürlich auch zu den kopflosen gehören, noch absehe). Dass darauf Gewicht gelegt ist, beweist der Umstand, dass wir bei den vollkommen entwickelten Mollusken (den Cephalophoren), welche ihrer grösseren Mehrzahl nach einschalig und dann spiral gedreht sind, wohl noch eine Form mit vielen Schaalen (die Chitoniden oder Käferschnecken), aber keine zweischalige finden. Hierauf begründe ich die Auffassung, dass die Bivalven den Cephalophoren und speziell den Gasteropoden gegenüber unter den Mollusken eine ähnliche Stellung haben, wie die Lebermoose zu den Laubmoosen, wobei die Zweizahl nach ebendemselben Maasse durchschlagend ist, wie die im Pflanzenreiche der untersten Stufe der Kryptogamen kennzeichnende Zwei-, resp. Vierzahl im Tierreiche als die für die typische Entwicklung maassgebende eintritt. Den Mantel und den Fuss, auch die innere Organisation haben die Bivalven, wie die höheren Mollusken; auch ist zu merken, dass sie flachgedrückt sind, nicht wie die Würmer in der Horizontale, sondern seitlich, wie die Fische; aber die ganze Organisation des Molluskenkörpers ist bei ihnen so unter das Gesetz der zweiseitigen Entwicklung gestellt, dass jene höhere Bilateralität des entwickelten Tierkörpers noch gar nicht stattfindet. Lassen wir demnach zunächst diese Abteilung der Bivalven und fassen wir die höhere Entwicklung genauer ins Auge, so sehen wir diese in den Cirrobranchiaten (Dentalium) mit einer kopflosen und nur im Verdauungssystem den Gastropoden vollständig sich anschliessenden Form beginnen (sie nähert sich auffallend in der äusseren Körpergestalt dem Balanoglossus) und dann deutlich nach Maassgabe des sich vervollkommnenden Atemsystems bis zu den Lungenschnecken in der ganzen Organisation und der typischen Tiergestalt voranschreiten. Um zunächst die Hauptformen ins Auge zu fassen, so folgen auf die Kiemenlosen, bei denen noch die ganze flimmernde Haut atmet, die Noto- und Pleurobranchiaten mit fiederigen blattförmigen Kiemen; dann die Ctenobranchiaten mit kammförmigen Kiemen in einer Atemhöhle, welche also die Pulmonaten vorbereiten, bei denen die Athemhöhle selbst zu einem Lungensacke als Organ der der Luftatmung sich ausbildet. Die Ctenobranchiaten, welche die zahlreichste Abteilung und alle Meeresbewohner sind, haben getrennte Geschlechter und immer ein gewundenes Gehäuse, wogegen die Pulmonaten, welche, auch wenn sie Wassertiere sind, nur im süssen Wasser leben, einerseits immer Zwitter sind und anderseits in den nackten Landschneken

die Gehäusebildung ganz ablegen. Gerade diese sind nun aber wie in der Darstellung der Tierform, so besonders in der Ausbildung der einzelnen tierischen Organe, namentlich in dem Verdauungssystem mit seinem merkwürdigen Zahnapparat, und in dem Geschlechtssystem mit seinen geradezu excessiv hervorgehobenen Organen oder Nebenorganen ganz besonders gekennzeichnet. Besonders zu bemerken ist, dass wie schon bei den Ctenobranchien von den zwei in der Anlage vorhandenen Kiemen nur die eine entwickelt wird, so bei den Pulmonaten die nach aussen sich öffnende Lungenhöhle eine einseitige ist. Der Uebergang von den Ctenobranchien zu den Pulmonaten wird deutlich durch die Neurobranchien gebildet. Was die übrigen abweichenden Formen angeht, so tritt bei diesen allen eine so auffallende Gestaltung auf, dass wir uns nur auf die den Mollusken in dem Ganzen vindizirte Stellung berufen können, um hier noch ein Verständniss zu ermöglichen. Die Pteropoden sind kopftragende Mollusken, welche in der Weise die ganze Entwicklung der höheren Mollusken bis zu den Cephalopoden hin vorbilden, wie wir den Anfangspunkt der Gastropoden in den Prosopocephalen gesehen haben Die Pteropoden sind centralgebaute (umgekehrt kegelförmige) Mollusken mit oder noch ohne Mantel, mit oder ohne Kiemen, mit einer äusseren oder inneren Schaale, Zwitter, die sich entweder gegenseitig oder selbst befruchten, indem die männlichen Organe central zu den weiblichen stehen; der Fuss verschwindend, dagegen zwei symmetrisch gestellte Häute als Bewegungswerkzeuge, womit die auf dem Rücken schwimmenden Tiere in ungeheurer Menge gegen Abend aus der Tiefe des Meeres an die Oberfläche kommen, und welche an die Stelle des bei der Larve vorhandenen Velums treten —, eine sehr entwickelte Radula und Gehörhöhlen mit vielen Otolithen. Diese Vereinigung der Charaktere scheint mir die oben angedeutete Stellung zu begründen. — Eine zweite abweichende Form, die aber zu den kiemenatmenden gehört, sind die Käferschnecken, Chiton, welche durch ein aus mehreren symmetrisch hintereinanderliegenden, den Rücken bedeckenden Schaalen bestehendes Gehäuse ausgezeichnet sind. Da sie mit den Kreiskiemern, die durch eine central gebaute Schaale charakterisirt sind (Patella), auch die mit Längsreihen horniger Balken neben den Zähnen ausgestattete Radula (Docoglossa) gemein haben, so werden sie doch wohl am richtigsten mit diesen zusammen als eine Wiederholung des die ganze Gestaltung beherrschenden Gegensatzes auf dem Wege zu der höchsten in den Ctenobranchien erstrebten und in den Pulmonaten erreichten Entwicklung aufgefasst. Wir werden dann diesem Gegensatze des gegliederten und des centralen Gehäuses gegenüber als den nächsten Uebergang zu den Ctenobranchiern die Gruppe der Aspidobranchiaten (Haliotis, Trochus) verstehen, welche durch eine kurzgewundene Spirale mit breitem Fusse ausgezeichnet sind und zwei Blattkiemen in einer Atemhöhle vorn am Rücken haben, wobei mit Rücksicht auf einseitige Bildung der Kiemen bei den Ctenobranchiaten besonders der Umstand von Bedeutung sein möchte, dass, wo die Symmetrie der beiden Kiemen durch Verwachsung zu einer aufgehoben ist, das Herz auch nur eine Vorkammer hat. — Dass dann gerade bei den Ctenobranchiaten, wo die spirale Gehäusebildung ihren nächsten Höhepunkt vor den Pulmonaten erreicht, formlose Missbildungen derselben (in den Wurmschnecken) ja parasitische Bildungen vorkommen (Entoconchida), wie sie bei dei den höchsten Pulmanaten ganz verschwinden, stimmt offenbar

aufs Vortrefflichste zu dem Grundgedanken. — Eine ganz besondere Form sind endlich die Heteropoden, welche als Kiemenschnecken gleichwohl die höhere Tierform noch über die Pulmonaten hinaus darzustellen scheinen. Der Fuss ist in der Mitte des langgestreckten mit einem deutlichen Kopfe mit beweglichen Augen und Fühlern und meist mit einem Schwanze versehenen Körpers als zusammengedrückte Flosse nach unten hin ausgesondert, während Verdauungs-, Atmungs- und Geschlechtssystem (sie sind immer getrennten Geschlechtes) nach oben hin in einem von dem Gehäuse umgebenen Sacke zusammenliegen, was alles aber bei der Bewegung des Tieres umgekehrt erscheint, weil sie immer auf dem Rücken schwimmen. Es ist das eine mit Beziehung auf die Pulmonaten überschlagend rückschreitende Form, wie sie bei den Moosen im Verhältniss zu Polytrichum die Formen von Dawsonia Lyellia Buxbaumia oder vielleicht noch besser Funaria in der Vorstufe darstellen. — Ueberhaupt bemerke ich, dass ich nach dem Grade meiner bis jetzt erlangten Spezialkenntniss bei den Mollusken es allerdings nicht unternehmen möchte, alle Einzelformen nachzuweisen, wie es bei den Moosen mir unzweifelhaft ist; dass ich aber glaube sagen zu dürfen, dass durch die gegebene Auffassung die Möglichkeit der Einsicht in die Gestaltung sich eröffnet, welche sich hoffentlich mit jedem tieferen Eingehen in diese Art der Auffassung besser bewähren wird. —

Was die Bivalven angeht, so beschränke ich mich auf die allgemeine Bemerkung, dass dieselben zwei grosse Abteilungen darstellen, die Lamellobranchiaten, bei denen die beiden Schaalen durch ein elastisches Band am Rücken verbunden sind, und die Spiralkiemer, bei denen die Schaalen durch spiral gewundene Organe, welche zum Teil auch die Kiemen tragen und so die Athmung besorgen, geöffnet werden. Ich hebe nur diesen Punkt hervor, weil darin die innere Beziehung der Entwicklung der Mollusken zu dem die Pflanzen charakterisirenden spiralen Wachstum in einer prägnanten Weise ausgesprochen ist. Ist es richtig, das Verhältniss bei den Bivalven zu den Cephalophoren mit dem der Lebermoose zu den Laubmoosen zu parallelisiren, so entspricht das Auftreten der Spirale im Innern der Muschel der andeutenden Anticipation höherer Blütenentwicklung bei den Lebermoosen, nur dass wie bei den Mollusken ihrer Stellung im Tierreiche gemäss da ein Zurückgreifen auf das Grundgesetz des Pflanzenwachstums sehen, wo bei den Moosen eine Vorbildung auf die höhere Entwicklung erscheint. —

Was dann endlich die noch übrigen Abteilungen der Mollusken angeht, so müssen wir zunächst die Bryozoen und die Manteltiere zusammen den Cephalopoden gegenüberstellen. Bryozoen und Manteltiere (Tunikaten), welche dem hier entscheidenden Verdauungssystem nach entschieden zu den Mollusken und nicht zu den Würmern gestellt werden müssen, sind als eine rückschreitende Entwicklung deutlich durch die Gestaltung aus dem vollkommenen Zustande einer frei sich bewegenden und in sehr merkwürdigen Formen erscheinenden Larve zu einem Tierstocke, der entweder selbst als ein Ganzes frei bleibt, oder vollständig korallenartig wächst, erwiesen, wozu hier nachträglich bemerkt werden mag, dass auch bei den niederen Formen der Bivalven (nicht bei den Spiralkiemern) festwachsende Arten vorkommen (Austern). Es ist dann schon von selbst nahe gelegt, die Zweiheit dieser rückschreitenden Form der Mollusken im Ganzen mit dem Gegensatze der Phytozoen und der Würmer in Verbin-

dung zu bringen, und diese Voraussetzung bestätigt sich bei genauerer Einsicht vollständig. Zunächst bei den Bryozoen, welche sich ganz und gar als eine rückschreitende Form der Mollusken nach der Richtung der Phytozoen hin darstellen. Sie entwickeln sich aus einer freien Larve zu vollständig korallen- oder pflanzenartig in den zierlichsten Formen wachsenden Tierstöcken mit vollständigem Verdauungssystem, wo die Fühler, die entweder unmittelbar um den Mund oder zunächst auf einem hufeisenförmigen Träger stehen, die Blüten vertreten (Hippuraria bildet einen gegliederten Stamm mit Wirteln von Tieren, die von den Knoten ausgehen und wie auf einem Stiele stehen). Bemerkenswert ist, dass diese ganze Entwicklung fast lauter kleine zum grossen Teil mikroskopische Formen hat, wozu wir jedoch auch eine Analogie im Pflanzenreiche finden, wie in den Moosen selbst gegenüber der ungeheuren Entwicklung der Phanerogamen und bei diesen wieder in den fast in allen Familien vorkommenden Zwergformen. Die Fortpflanzung geschieht bei den Bryozoen entweder durch Knospung oder auf geschlechtlichem Wege, so dass die einzelnen Tiere Zwitter sind. Die Tunikaten, welche als eine rückschreitende Molluskenform schon durch den in besonders deutlicher Weise aus Zellulose gebildeten Mantel charakterisirt sind, mit derselben Sicherheit der Richtung auf die Würmer zuzuschreiben, wie die Bryozoen der Richtung auf die Phytozoen, könnte dadurch zweifelhaft werden, weil auch bei ihnen Stockbildung und zwar nicht blos frei sich bewegende Stockbildung (Salpa), sondern auch sich festsetzende (Botryllus) vorkommt, was nicht im Charakter der Würmer liegt, wie wir gesehen haben. Entscheidend ist dies jedoch nicht, wie auch bei den Bryozoen freie Stockbildung und selbst (bei Loxosoma) ein Zerfallen des Stockes im Wachstum vorkommt, und anderseits die Stöcke von Botryllus, wie sie nicht eigentlich aufwachsen, so auch keine Communikation der Einzeltiere unter sich haben. Im Ganzen genommen erscheinen die Manteltiere in viel höherem Grade als selbständige Individuen und durch das Vorkommen einer Gliederung im Schwanze der Salpalarve, die für den Verstand der neuen Theorien so verhängnissvoll geworden ist, wird diese Beziehung der Manteltiere auf die Gliedertiere, zunächst auf die Würmer, ganz sicher gestellt. Den richtigen Fingerzeig gibt uns die Form von Pyrosoma, ein aus einer Menge von Manteltier-Individuen gebildeter Tierstock, der nicht blos mit manchen Würmern, sondern auch mit den Holothurien unter den Echinodermen die grösste Aehnlichkeit hat. Sehen wir nämlich in dieser rückschreitenden Molluskenbildung den das Pflanzenreich beherrschenden Gegensatz der Gliederung des Individuums (der Hauptaxe) zur Fortpflanzung (die im idealen Sinne auch eine Gliederung, eine Reihenfolge der Individuen ist) beherrschend eingreifen, so ist eben damit auch das Princip der fortschreitenden Entwicklung im Tierreiche gehemmt; die Formen verwischen sich und die Form der rückschreitenden Entwicklung der Mollusken, welche sich näher an die Würmer anlehnt, wird deshalb indifferent diesen rückschreitenden Tiercharakter im Allgemeinen ausdrücken. Auch die Manteltiere sind, wie die Moostiere, insofern sie sich geschlechtlich fortpflanzen, Zwitter. —

Diese eben gemachte Bemerkung bekommt nun ihre besondere Bedeutung durch die Schlussform der Mollusken, die C e p h a l o p o d e n, welche als eine nicht rückschreitende, sondern voranschreitende Entwicklung so unzweifelhaft bezeichnet sind, dass sie zu allen Zeiten als die

höchste Form der Mollusken betrachtet wurden. Wenn nun die Cephalopoden bei diesem in einzelnen sehr wesentlichen Punkten über alle andern Mollusken hinaus zur höchsten tierischen Organisation hin gemachten Fortschritt gleichwohl noch deutlich unter das Gesetz der centralen pflanzlichen Gestaltung gestellt sind, was sich nicht allein in den den Mund radiär umgebenden Armen, sondern auch in dem ganzen centralen Bau des Tieres ausspricht, so haben wir hier eine Form, in welcher der innere Gegensatz der pflanzlichen und der tierischen Organisation in schärfster Weise ausgesprochen ist, und das ist der Gedanke, aus dem sich nicht allein die individuelle Organisation, sondern auch die ganze Gestaltungsdifferenz dieser — im Unterschiede von den Bryozoen — so gewaltigen Entwicklung erklärt. Die Cephalopoden sind Mollusken, welche zunächst den spezifischen Molluskencharakter als Manteltiere in der grossartigsten Weise darstellen, indem der ganze Körper in einem im Allgemeinen konisch gebauten Mantel steckt, ähnlich wie bei den Pteropoden, bei denen sich ja auch durch eine innere Schaale ein Anklang an die vorbildende Knochen- und Knorpelbildung der Cephalopoden findet. Sie gehören ferner zu den kiemenatmenden Mollusken, und es ist gewiss sehr bemerkenswert, dass die Kiemen bei ihnen zwar wie bei den Cephalopoden zwischen Mantel und Fuss entstehen, im Laufe der Entwicklung aber in die Tiefe der Mantelhöhle rücken, die nicht wie bei den meisten Cephalophoren vorne, sondern wie bei den Pteropoden an der bei Vergleichung des Tieres mit den Cephalophoren der Hinterseite gleich zu setzenden Fläche sich öffnet. (Ueber diesen Umkehrungsprocess sagt Gegenbauer, Vergl. Anat. S. 331: »Bei den Cephalopoden erscheint die bedeutendere Ausbildung des Kopfes als eine wesentliche Eigentümlichkeit der Körperform, bei welcher der Mantel allgemein in anderer Beziehung zu der von ihm umschlossenen Mantelhöhle als bei den meisten Cephalophoren steht. Wie bei den Pteropoden nimmt die von einer Mantelduplikatur überwölbte Cavität den hinteren Teil des Rückens ein, bildet also jene Körperpartie', die gewöhnlich als Bauchfläche bezeichnet wird. Um diese Verhältnisse sich zu veranschaulichen, muss man das Tier in eine Stellung sich denken, in welcher das aborale Ende aufwärts, der Kopf dagegen nach vorne und abwärts gerichtet ist. Der gesammte, über dem Kopfe befindliche Körper wird dann dem Rücken der Cephalophoren entsprechen.«) — Man sieht hieraus, wie die inneren Teile zu der höheren Organisation gewissermaassen zurecht geschoben werden. Das Herz, welches durch einen arteriösen und zwei venöse Beutel einen fast vollkommenen Kreislauf vermittelt, ist in die Nähe der Kiemen gerückt; der Mund, der mit hornigen, einem Papageienschnabel ähnlichen Lippen und einer als Radula ausgebildeten Zunge versehen ist, liegt dem After entgegen und stellt mit dem Darmkanal und allen dazu gehörigen Organen ein vollkommenes Verdauungssystem dar; die Nervenganglien concentriren sich im Kopfe und sind da in einem knorpligen Gehäuse, wie in einem Schädel eingeschlossen; von den Sinneswerkzeugen sind besonders die beiden grossen Augen entwickelt. Das Muskelsystem zeigt seine Entwicklung hauptsächlich in den den Mund oder Kopf umgebenden Armen, welche zugleich als Bewegungs- und Greifwerkzeuge dienen. Sind wir bei der Bedeutung, welche die geschlechtliche Fortpflanzung, die allein bei den Cephalopoden wie bei allen höheren Mollusken noch vorkommt, für das Tierreich hat, namentlich mit Beziehung auf Vereinigung oder

Trennung der Geschlechter im Individuum mit Recht auf das Verhalten der Gastropoden gespannt, so werden wir es gewiss als eine ganz besondere Bestätigung der bis jetzt verfolgten Auffassung aufnehmen müssen, dass wir hier einen so drastischen Gegensatz finden. Sind die Gastropoden, insbesondere die Pulmonaten und wieder ganz besonders die nackten Pulmonaten Zwitter, bei denen jedoch die gegenseitige Befruchtung durch Begattung nicht allein, obgleich im Grunde unnötig, doch eintritt, sondern auch in so auffallender Weise hervorgehoben ist, so sind nun umgekehrt die Cephalopoden immer getrennten Geschlechtes; die Fruktifikation vollzieht sich aber nicht durch eine Begattung, sondern in der Weise, dass Samentaschen in einem dazu bestimmten Arme ausgebildet werden (Hektokotyl), der dann sich loslöst, als wäre er ein eigenes Individuum, und den Samen in den weiblichen Körper bringt. Um den richtigen Gesichtspunkt für einen solchen Vorgang zu gewinnen, erinnere ich vorläufig hier an das, was wir im Pflanzenreiche in dem Gebiete der rückschreitend anomalen Blütenbildung bei den Monokotylen an der Vallisneria gesehen haben. — Die Entwicklung ist bei den Cephalopoden eine einfach voranschreitende, indem die Larve schon die noch unentwickelte Cephalophorenform zeigt. — In der Gestaltungsdifferenzirung bewährt sich der Grundgedanke nicht weniger, als in der Organisation des Individuums. Der Hauptgesichtspunkt scheint die Absonderung des Kopfes durch eine eigene Falte vom Mantel zu sein, wie bei Sepia, womit dann innere Schalen- oder Gerüstbildung und Zehnzahl der Arme mehr oder weniger zusammentrifft. Doch ist hier noch vieles andere zu berücksichtigen. Feste Zahlen treten ähnlich wie bei Blüten erkennbar hervor, nicht blos bei dem Mundbesatz oder den Armen, sondern auch in den inneren Teilen, namentlich den Kiemen. Bei den Tetrabranchien ist die Zahl der Arme eine sehr grosse; die höher entwickelten haben zwei Kiemen und acht oder zehn Arme, von denen dann zwei bilateral stärker entwickelt sind. Die äussere Schale, welche alle Stufen vom geraden, teilweis gebogenen bis zum völlig spiralen durchläuft, zeigt, und das scheint mir wieder von grosser Bedeutung für den Grundgedanken zu sein, in den hintereinander geordneten Kammern, in deren vordersten das Tier so wohnt (oder wohnte, denn die mit äusserer Gehäusebildung versehenen Cephalopoden sind mit geringer Ausnahme ein untergegangenes Geschlecht), dass es mittelst des durch alle Kammern hindurchgehenden Sipho mit dem Anfangspunkte in Verbindung bleibt, mit aller Entschiedenheit das Gliederungssystem, aber nun als ein äusserliches, gewissermaassen überwundenes. In dieser Stellung der Cephalopoden in der Entwicklung im Ganzen, wonach sie als eine Form erscheinen, die, um es menschlich auszudrücken, ein unmögliches Princip aufrechtzuhalten streben (wenn sie nicht, wie bei den meisten noch lebenden Arten, von der äusseren Schalenbildung zur inneren wie ein Knochengerüst erscheinenden übergehen), ist es denn auch begründet, dass sie, ähnlich wie wir bei den Schafthalmen im Pflanzenreiche bemerkt haben, eine nach einem gewaltigen Anlaufe früh absterbende Form sind, wie wir ähnliches bei den Spirobranchien und bei den Crinoiden sehen. Interessant scheint in dieser Beziehung die Bemerkung, dass unsere einzige von den Dibranchiaten erhaltene Gattung mit äusserer Schalenbildung Argonauta ganz besondere Verhältnisse zeigt, indem hier Männchen und Weibchen ganz verschieden gestaltet sind; ersteres nackt und fast zu einem Hektakotyl zusammen-

geschrumpft, letzteres mit zwei zu breiten Lappen erweiterten Rückenarmen, welche die Arbeit des Aufbaues des schönen Gehäuses übernehmen. — Ich komme zum Schluss noch einmal auf die Bryozoen zurück, weil es nach Betrachtung der Cephalopoden nicht unmöglich scheint, für eine bis jetzt nicht erwähnte Erscheinung bei denselben eine Erklärung zu finden, die so sonderbar ist, dass man kaum an einen solchen Versuch herantreten mag. Die ganz nach Pflanzentypus gebauten Bryozoen tragen nämlich häufig Anhängsel, die in der auffallendsten Weise andere Formen nachahmen, obgleich sie unzweifelhaft als Teile des Stockes, sei es als individualisirte Körperanhänge, sei es als abortirte Individuen zu betrachten sind. Es finden sich Wurzelzellen in der Form von Ranken oder Stolonen, oder Eierzellen (Ootheca), welche die aus der Körperhöhle ausgetretenen Eier aufnehmen. Merkwürdiger schon ist das sogenannte Vibraculum, eine ovale in einen langen peitschenförmigen frei sich bewegenden Fortsatz auslaufende Bildung; am sonderbarsten aber der Ornithoramphus, vollständig vogelschnabelartige oder krebsscheerenartige Gebilde in der Nähe der Bechermündung, welche sich rhytmisch öffnen und schliessen und kleine Tiere festhalten. Wenn wir uns erinnern, wie vielfach die höchsten Formen der Phanerogamen bei den Kryptogamen vorgebildet sind, vereinzelte Augen oder Augenpunkte schon bei den Infusorien vorkommen, namentlich auch die vogelschnabelartige Mundbildung der Cephalopoden berücksichtigen, so wird man diese Sammlung so fremdartiger Anhängsel gerade bei den Bryozoen wohl noch nach dem Gesetze der idealen Auffassung erklären können, und zwar möchte ich bei dem Vibraculum am liebsten an die Trichogyen der Florideen denken, während der Ornithoramphus gar zu lebhaft an die Form der Blütenstände bei Stratiotes und Centrolepis, ferner an die Krebsscheere und selbst den Vogelschnabel, wonach man die Benennung gebildet hat, erinnert, als dass wir dieses Formenspiel übersehen könnten. Ich erinnere nur wieder daran, dass wir wissenschaftlich zunächst nichts anderes, als eben die Formengestaltung beim Organismus im Auge haben dürfen. —

Nachdem wir nunmehr in den Mollusken, speziell in den Gastropoden und ganz speziell in den Pulmonaten die Andeutung der erreichten Höhe der typischen Organisationsform des Tieres in der horizontal gestreckten bilateralen Form, welche in der Ueberwindung des aus dem Pflanzenreiche herübergenommenen Gegensatzes der centralen und der linienförmig gegliederten Form heraus gewonnen werden musste, nachgewiesen und darin das Princip erkannt haben, aus dem wir die ganze Formenmannigfaltigkeit der unteren Tierwelt zu verstehen im Stande sind, mache ich, ehe ich zu der weiteren Entwicklung übergehe, noch auf den Umstand aufmerksam, dass, wenn wir die Bryozoen und die Manteltiere als zwei dem Gegensatze der Phytozoen und der Würmer entsprechende rückschreitende Formen der eigentlichen Mollusken auffassen, die Cephalopoden aber als eine in anderen wesentlichen Punkten selbst die Pulmonaten in der inneren Organisation überschreitende, aber gleichwohl, wie sie in der Luftatmung hinter diesen zurückstehen, so auch in dem ganzen Baue noch unter das Gesetz der centralen Bildung gestellt sind, dass wir dann keine den Cephalopoden auf der anderen Seite entsprechende Form finden, wie wir ja schon gesehen haben, dass sie in der vielkammerigen Gehäusebildung das Princip der Gliederung und zwar schliesslich in der Spiralform, aber als ein nur ganz äusserlich gestaltendes und leerwerdendes

in sich aufnehmen. Während also die Cephalopoden in allen anderen Punkten der tierischen Organisation ausser im Athemsystem über die übrigen Mollusken hinaus bis zu den Fischen hinaufreichen, können wir auf der anderen Seite in den Würmern, was die innere Organisation angeht, höchstens nur bis an die Mollusken einigermaassen heranreichende Formen anerkennen, so dass sich auf die Seite der centralen Entwicklung ein starkes Uebergewicht constatiren lässt, wie wir ja auch im Pflanzenreiche die gegliederte Axe gegen den reinen Gegensatz der Urform und der Blüte zurücktreten sehen. Zunächst soll diese auf die ganze Ausgestaltung des Organismus zurückgreifende Bemerkung hier nur darauf aufmerksam machen, dass in dieser Weise eine gewisse Ungleichmässigkeit oder Schiefheit in die Entwicklung des tierischen Organismus hineinkommt, welche uns die Einseitigkeit, die bei den Pulmonaten gerade in der Ausbildung der Lunge hervortritt und auf die wir schon bei den Ctenobranchiern durch die Verkümmerung der einen Seite des zweiteilig angelegten Kiemenapparates vorbereitet werden, erklärt. Denn dass hierbei gerade auf die Lunge als das eigentlich entscheidende Organ Gewicht gelegt ist, beweisen die Dibranchiaten, d. h. die am höchsten entwickelten Cephalopoden, welche wie in andern, so auch in der Zahl und bilateralen Ausbildung des Atemorganes über die Pulmonaten hinausgehen. Einen Anflug von dieser Einseitigkeit werden wir noch weiter bei den Fischen und bei den Dekapoden unter den Gliedertieren sehen, wie wir ja auf etwas ähnliches (in der Blattbildung und bei den dichotomen Blütenständen und in der schrägen Zygomorphie) im Pflanzenreiche gesehen haben. Es ist das eine Thatsache, welche in ganz besonderer Weise der idealen Auffassung zu Gute kommt, wenn wir einmal die ganze Entwicklung überschauen. — Gehen wir für jetzt in der Entwicklung des Tierreiches weiter, so ist die nächste Aufgabe, den Gegensatz von Fischen und Arthropoden (Gliedertieren Kerftieren) als eine in der Natur angezeigte Instanz zum Verständniss der ganzen Entwicklung des Tierreichs zu begründen und zu erklären, wobei, wenn der geltende Hauptgegensatz von Wirbeltieren und wirbellosen Tieren durchbrochen und überschritten wird, natürlich nicht geleugnet werden soll, dass die Fische mit den Säugetieren Vögeln Reptilien und Amphibien als Wirbeltiere mit Recht zusammengefasst werden können, auch nicht, dass in gewisser Weise die Fische so ein begründeteres Recht haben, als die Arthropoden, zu der höchsten Ordnung zu gehören; wohl aber soll gesagt sein, dass mit einer solchen Einteilung der höchste Gesichtspunkt nicht erreicht ist, den die Natur in der Gestaltung des tierischen Organismus aufweist. Halten wir zunächst fest, dass in den Fischen und den Arthropoden in gleicher Weise die tierische Grundform als horizontal gestreckt, bilateral gegliedert, mit Differenzirung von unten und oben, vorn und hinten, rechts und links nunmehr normal erreicht und festgehalten ist. Wenn ich sage in gleicher Weise, so sollen natürlich die Differenzen, die eben in der genaueren Ausführung des Typus stattfinden, nicht beseitigt, sondern vor allem nur der gemeinsame Gesichtspunkt nicht verleugnet werden. Sowohl in den Fischen als in den Arthropoden ist nunmehr das Princip der Gliederung, d. h. der Metamerenbildung, welches in den Mollusken noch ganz zurücktrat, in die tierische Grundform aufgenommen, und der Unterschied liegt darin, dass es in den Fischen vor allem als ein inneres, in der Wirbelsäule, in den Arthropoden als ein schlechthin äusseres, aber so die ganze

Gestaltung beherrschendes auftritt. Als solche Differenzen in der Gestaltung des Typus, welche sich unmittelbar aus diesem Gegensatze ergeben, können wir vorläufig schon diese anführen, dass bei den Fischen die einheitliche Gestaltung des Leibes, welche die innere Organisation nach vorne zusammendrängt, bei den Arthropoden die Teilung, und zwar die Dreiteilung (in Kopf Brust Bauch) typisch hervortritt; auch mag schon der Unterschied hervorgehoben werden, dass bei den Fischen die Richtung auf seitliche Abplattung des Leibes, in vertikaler Richtung, bei den Arthropoden die in horizontaler Richtung vorherrscht. — Um aber den Gegensatz von Fischen und Arthropoden als das in die Gestaltung des Tierreichs, nachdem in den Mollusken die normale Form andeutend erreicht ist, eintretende und zu überwindende Moment aus dem Principe der ganzen organischen Gestaltung zu verstehen, müssen wir zuvor genauer auf den Unterschied der Verhältnisse der Pflanze und des Tieres zur Stellung der Erde im Weltganzen und den Elementen im alten Sinne des Wortes (Erde Wasser Luft Licht, die ja so genommen ihre dominirende Bedeutung absolut behaupten) ins Auge fassen. Dies Verhältniss ist quantitativ ein sehr merklich verschiedenes. Das Pflanzenreich ist seiner ganzen Masse nach, um mich kurz auszudrücken, luftlebend; nur die unterste Abteilung die Algen gehören ganz dem Wasser an, alle anderen reichen höchstens nur in einigen wenigen Arten in das Wasserleben hinein, wofür sie denn besonders gebaut sind (Mangel der Spaltöffnungen, Luftkanäle). Beim Tierreiche gehört umgekehrt nicht allein die ganze untere Stufe bis auf die lungenatmenden Landschnecken dem Wasser an, sondern neben diesen und zwar noch entschiedener als sie die ganze Abteilung der Fische, ferner die Arthropoden zum Teil und mit einem guten Teile ihrer Entwicklung, dann nicht allein ein Teil der Reptilien und der Amphibien, sondern auch der Säugetiere, und nur die Vögel und die höchste Abteilung der Arthropoden (die vollkommensten Insekten) gehören ganz dem Luftleben an, während selbst die typisch vollkommene Stufe der Säugetiere mit einer mächtigen Entwicklung ins Wasserleben zurücksinkt. Dabei ist dann noch zu bemerken, dass bei den im Wasser lebenden Tieren oder Pflanzen auch noch der Unterschied des Meer- und des Süsswassers in Absicht auf die Stellung der Organismen im Ganzen der Entwicklung zu beachten ist. Dieses Verhältniss von Pflanzenreich und Tierreich zu den Elementen hängt nun klar erkennbar mit der idealen Stellung der beiden grossen Organisationen im Weltganzen zusammen, wonach die Pflanze typisch der Stellung der Erde zur Sonne, oder wenn wir den Augenschein festhalten, des Unteren zum Oberen, das Tier typisch der Erde angehört, was durch die horizontale Axe ausgedrückt und am stärksten durch das freie Schweben des individuellen Organismus im Wasser erreicht wird. Indem nun also im Tiere der Organismus, also das lebendige stoffliche Individuum, zu dieser freien Stellung erhoben werden soll, stösst der ideale Organisationsplan auf den Gegensatz des Festen Tropfbarflüssigen und Gasförmigen (Erde Wasser Luft); er muss diesen, den Bestand der Erde als Weltkörper bedingenden Zuständen Rechnung tragen und den elementaren Gegensatz überwinden, um die in den lungenatmenden Gastropoden andeutend erreichte Höhe durch die ineinandergearbeiteten Principien der inneren und der äusseren Gliederung zur Einheit eines Ganzen die volle Idee des tierischen Organismus realisiren zu können, wobei dann einerseits nie zu vergessen ist,

dass die Gliederung der Axe an sich ein mechanisches Moment ist, und anderseits immer als ein ganz wesentlicher Punkt im Auge behalten werden muss, dass die Begattung, die ich aber nicht mit der jetzigen romanhaften Anschauung als einen Liebesakt, sondern wissenschaftlich als den in das Individuum hineingeschobenen Differenzirungsprozess, resp. als dessen Ueberwindung verstehe, wie sie gerade bei den Lungenschnecken in einer so besonderen Weise hervorgehoben ist, so auch in der ganzen höheren Entwicklung als ein ganz wesentlicher Gesichtspunkt erscheint. Hiermit haben wir nun die Möglichkeit gewonnen, sowohl den Gegensatz der Fische und Arthropoden, als die zwischen den Mollusken und den Säugetieren, resp. den eigentlichen Vertebraten sich zwischenschiebende Stufe wissenschaftlich zu rechtfertigen, als auch diese grossen Abteilungen selbst in ihrer speziellen Ausgestaltung zu erklären. —

Dass die Fische als Anamnioten eine noch unter der Stufe der höheren Vertebraten bleibende Abteilung bilden, ist eine allgemein anerkannte Sache; nur die Lurchen oder Amphibien, die ebenfalls Anamnioten sind, könnten in dieser Beziehung Schwierigkeit machen, über die später zu sprechen ist. — Die Wirbelsäule, durch welche die Fische den Arthropoden gegenüber entschieden in die Stufe der Vertebraten eintreten, bleibt bei ihnen gleichwohl, indem sie entweder noch geradezu eine knorpelige Chorda oder doch eine nur durch skeletbildende Schichten (Wirbelsäule mit intervertebralem Wachstum der Schichten und Bildung biconcaver Wirbelkörper) gegliederte Chorda darstellt. Indem aber so immerhin die typisch normale Lage des Hauptnervenstranges in Verbindung mit dem Gehirn in dem oberen Kanale der Wirbelsäule erreicht ist, so scheint es als ein direkter Ausdruck des Gegensatzes von Fischen und Arthropoden, dass bei diesen der Hauptnervenstrang von dem oberen Schlundganglien und dem Schlundring aus, die einigermaassen die Stelle des Gehirnes vertreten, als Bauchnervenstrang verläuft. Im Atemsystem bleiben sowohl Fische wie Arthropoden unter den lungenatmenden Mollusken zurück, aber desto schärfer tritt der Gegensatz der Atmung durch Kiemen bei den durchaus auf das Wasser angewiesenen Fischen und der an die Spiralgefässe der Pflanzen erinnernden Tracheenatmung (die Chitinschicht der Tracheen verdichtet sich vielfach zu einer sehr regelmässigen Spirale) bei den Arthropoden, insoweit sie auf die Luft angewiesen sind, hervor. Die übrigen Systeme Verdauungssystem Gefässsystem, sowie die ganze Körpergestalt haben bei beiden, wenn auch nicht ganz gleichmässig, die typisch-normale Höhe erreicht. In Betreff der Fortpflanzung treten die Fische, indem bei ihnen keine Begattung stattfindet, ganz hinter die Arthropoden zurück. Andere als geschlechtliche Fortpflanzung kommt auf dieser Stufe überhaupt nicht vor (wenn man von der Parthenogenesis absieht). Was die Bewegungswerkzeuge angeht, so ist als ein gemeinsamer Charakterzug bei Fischen und Arthropoden wohl zu bemerken, dass bei beiden zweierlei Bewegungswerkzeuge, nämlich die ordentlichen, bei den Fischen die vier von dem Skelett, von dem Knochengürtel, getragenen Flossen, bei den Arthropoden die an der unteren Seite des Körpers und zwar bei den vollkommenen Formen immer am Mesotorax befindlichen gegliederten Extremitäten, und die ausserordentlichen oder accessorischen, bei den Fischen die übrigen nicht vom Skelet getragenen Flossen, bei den Arthropoden die an der oberen Seite des Körpers ebenfalls am Mesotorax befestigten Flügel; und dass gerade auf diesen Punkt

ein ausserordentliches Gewicht gelegt ist, werden wir sehen. In Betreff der Sinnesorgane ist vor allem die Ausbildung der Augen hervorzuheben, die bei Fischen sowohl als den Arthropoden eine sehr hohe ist, mit dem Unterschiede, dass bei den Fischen ähnlich wie auch in den meisten anderen Teilen das vollkommene Auge der höchsten Stufe vorgebildet ist, während das Fazettenauge der Insekten eine ganz ausserordentliche besondere Ausbildung bezeichnet. Der vollständigste Gegensatz tritt endlich in Betreff der Entwicklung ein, indem die Fische vom Ei ab ohne Metamorphose zur vollkommenen Grösse sich entwickeln, ohne in dem Maasse der Glieder eine feste Grenze anzunehmen, während bei den Arthropoden die Stadien der Entwicklung durch die ausgesprochenste Metamorphose bezeichnet sind, auch noch an bezeichnender Stelle eine rückschreitende Metamorphose eintritt. Alles dieses reicht nun gewiss vollständig aus, um, wenn wir einmal dem Gedanken einer Gestaltung des ganzen Organismus von einem Principe aus Raum gegeben, und die Täuschung, als ob der lebendige Organismus deshalb mehr ein gewissermaassen persönliches Individuum sei als der Krystall, abgelegt haben, in dem Gegensatze von Fischen und Arthropoden das von den Mollusken aus zu überwindende Moment anzuerkennen, um zu dem reinen Typus der tierischen Organisation zu gelangen. Halten wir immer im Auge, dass die gegliederte Axe im Pflanzenreiche eigentlich nur die Rolle eines mechanisch zwischengeworfenen Momentes spielt, welche aber nun im Tierreiche, das aber in ganz anderer Weise als die Pflanze von dem Gegensatze des Festen Flüssigen und Luftförmigen in seiner individuellen Entwicklung abhängig ist, zur Grundlage des entwickelten lebendigen Individuums gemacht werden soll, so verstehen wir nun vollständig die Arthropoden als die Stufe und Seite der tierischen Gestaltung, wo nach dem nun in den Grundzügen fast erreichten Typus das Moment der Gliederung excessiv und die ganze Gestaltung bestimmend in den Dienst der tierischen Organisation genommen, in den Fischen aber die innere Skelettbildung und damit die Grundlage der vollkommen typischen Tierentwicklung gewonnen wird. Die Cephalopoden zeigen uns gewissermaassen, was aus einer unmittelbaren Fortbildung der Mollusken zu der höheren tierischen Orgânisation hätte werden können, wenn nicht das Gestaltungsprincip der tierischen Organisation das Princip der centralen Gestaltung, in welche das Pflanzenreich (in der Blüte) endet, überwunden hätte, wenn auch zunächst nur in dem Gegensatze der inneren und der äusseren Gliederung. Dass dieser Gegensatz mit dem elementaren Gegensatze des Lebens im Wasser und in der Luft zusammenfällt, ist, wie schon bemerkt, in dem Verhältnisse des Tieres zum Weltganzen begründet, wird aber hier noch einmal bemerkt, um, was die Fische angeht, das ihnen eigentümlichste Organ, die Schwimmblase, zu erklären, welche sehr irrtümlich nach der Blutsverwandtschaftstheorie als ein Ersatz der Lunge angesehen wird, da es nur als ein statisches Organ im Fischleibe betrachtet werden darf. In den im Wasser freischwimmenden Fischen ist in der That in gewisser Weise am allerexaktesten die Grundidee des Tierleibes als des freien horizontal gestreckten Individuums ausgedrückt. — Haben wir nun so den Grundgedanken dieser beiden grossen Abteilungen des Tierreiches verstanden, so wird uns auch die Formgestaltung im Einzelnen bis zu dem hier beabsichtigten Zwecke nicht verschlossen bleiben (denn dass es sich nicht um eine Spezialdurchführung der etwa 10000 Arten von Fischen

und 150000—160000 Arten von Gliedertieren handeln kann, versteht sich von selbst), und namentlich bietet sich uns hier wieder die feste Zahl als Wegführer dar und zwar vor Allem in den Bewegungswerkzeugen. Da aber machen wir die interessante Bemerkung, dass die Zahl der Extremitäten, welche dann für die ganze höchste Stufe der Tierentwicklung maassgebend ist, bei den Fischen für die ordentlichen, bei den Arthropoden aber für die ausserordentlichen Bewegungswerkzeuge fest auftritt. Die Fische haben typisch vier dem Skelett angegliederte Flossen, wenn auch einige nur zwei ausbilden und die Zahl der Flügel bei den Kerfen überschreitet vier nie. Es ist das umsomehr als ein maassgebender Umstand zu betrachten, weil nur die Kerfe mit sechs ordentlichen Bewegungswerkzeugen überhaupt die ausserordentlichen haben, während alle anderen flügellos sind. —

Bei den Arthropoden nämlich, um auf diese nun zuerst etwas näher einzugehen, ist die Zahl der Füsse so maassgebend, dass darnach ja die allgemein aufgenommene Einteilung in Hexapoden (Insekten), Dekapoden (Krebse), Oktopoden (Spinnen) und Myriopoden (Asseln) gemacht wird. Es wird unsere Aufgabe sein, zu zeigen, dass die festen Zahlen hier in der That ähnlich wie bei den Pflanzen ein richtiger Leitstern der Entwicklung sind. Ich brauche kaum zu bemerken, dass ich dabei nicht an phylogenetische Albernheiten denke, denen nichts so sehr, als solche feste Zahlenverhältnisse zuwiderläuft. Was dann die Hexapoden oder Insekten angeht, welche unzweifelhaft die eigentlichen Repräsentanten der Gliedertiere sind, so hebe ich als ein ganz sicheres Resultat der idealen Betrachtung dies hervor, dass die drei grossen Abteilungen der Lepidopteren, der Coleopteren und Hymenopteren (Schmetterlinge Käfer Immen), welche immer vier Flügel haben und nach deren Beschaffenheit unterschieden werden, zugleich diejenigen sind, welche einerseits immer eine vollständige Metamorphose durchmachen und anderseits am entschiedensten und in der bewunderungswürdigsten Mannigfaltigkeit die idealen Beziehungen zur Pflanzenwelt, resp. zur Blumenwelt, ausprägen. Thun die Schmetterlinge und Immen dies durch ihre Teilnahme an der Arbeit der Fruktifikation, so treten die ersteren zugleich durch den prachtvollen Farbenschmuck gewissermaassen selbst als eine ergänzende Erweiterung des Blumenschmuckes ein, während die Immen in dem Kunsttriebe des gemeinsamen Baues (auch die Ameisen gehören den Hymenopteren an) sich noch höher erheben, wobei ich angelegentlich bemerke, dass alles, was über diese idealen Beziehungen hinaus in diesen Naturerscheinungen gesucht wird, naturwissenschaftlich unberechtigt ist. Die Käfer stehen in beiden Beziehungen, sowohl was die Farbenpracht als, und noch viel mehr, was die Kunsttriebe angeht, sehr hinter den beiden anderen höchsten Abteilungen zurück, und wie bei ihnen das vordere Flügelpaar zu einer Chitindecke, wie zu einer Verdoppelung des nach aussen geworfenen Skelettes der Arthropoden umgebildet, ist (was dann bei den Laufkäfern soweit geht, dass die Decken verwachsen und das zweite Flügelpaar ganz fehlt), das Ernährungssystem aber in den mächtig als Fresswerkzeug entwickelten Munde (dem gegenüber dann wieder der saugende Rüssel bei den Schmetterlingen, der teilweise, wie bei den Bienen, auch bei den Hymenopteren wenigstens scheinbar vorkommt, seine Deutung findet) zu seinem vollen Rechte gelangt, so mögen sie uns den Schmetterlingen und Immen gegenüber mit Recht die irdische Seite dieser höchsten Entwick-

lung des Gliedertypus vertreten. Selbstvertändlich ist bei dieser Ausführung das Hauptgewicht darauf zu legen, dass das Gestaltungsgesetz an einzelnen Stellen, so namentlich bei den Insekten, so bei den im Pflanzenreiche ihnen am meisten correspondirenden Orchideen in einem solchen Reichtume der Mannigfaltigkeit sich ergeht, dass schon der Versuch einer absoluten Durchführung zum Spiele werden würde, gerade so, um immer die allgemeine Beziehung im Auge zu behalten, wie bei den Krystalloiden der Radiolarien und den Sternen am Himmel- Dass jedoch auf den hier angedeuteten Zusammenhang in der Natur Gewicht gelegt ist, scheint mir durch den Umstand bewiesen zu werden, dass die einzige Abteilung der Insekten, welche charakteristisch ganz flügellos bleibt, nämlich den Spring- oder Lappenschwänzen, bei denen, wie schon der Name anzeigt, das Gewicht auf die Ausbildung des hinteren Teiles gelegt ist, und die zum Teil selbst der Fazettenaugen entbehren, zu den vollständig ametabolischen gehören, und sonst in jeder Beziehung ganz unbedeutend sind, und nicht minder dadurch, dass nun den entschieden vierflüglichen die Dipteren gegenüberstehen, bei denen aber die zwei (hinteren) Flügel nicht einfach fehlen, sondern als fehlend durch die an ihre Stelle tretenden Kölbchen angezeigt sind, worin man namentlich im Gegensatze zu der Umbildung der vorderen Flügel bei den Coleopteren nicht etwas Zufälliges oder eine Anpassung erkennen kann. Höhere Beziehungen zeigen die Dipteren nicht und wenn sie den Saugrüssel mit den Schmetterlingen teilen, so ist doch nicht zu übersehen, dass sie auch Blutsauger sind und ihr Eingreifen in die Pflanzenwelt nicht ein freundliches, sondern ein feindliches ist. — Was die bis jetzt nicht erwähnten Abteilungen der Insekten, die ja sehr verschieden zusammengeordnet werden, angeht, so möchte ich es nicht unternehmen, auch nur andeutungsweise den Grundgedanken durchzuführen und nur dies bemerken, dass, wenn das gänzliche Fehlen oder die Verkümmerung der Flügel in ganz vereinzelten Fällen auch schon in den höheren Abteilungen vorkommt (wie namentlich gerade bei den Schmetterlingen, wo es dann immer mit dem geschlechtlichen Verhältnisse in Beziehung steht, auf welches wir noch zurückkommen werden), dass das nicht etwa einen Einspruch gegen den aufgestellten Hauptgesichtspunkt begründet, da es, abgesehen von den immer ungeflügelten Thysanuren, gerade bei den untersten Abteilungen der Ametabolen vorkommt, dass ganz ungeflügelte neben vierflüglichen stehen, mithin in jenem Vorkommen sich nur der Grundsatz bewährt, dass das die ganze Gestaltung beherrschende Princip in vereinzelten Fällen wie ganz zufällig oder ungelegen auftauchen kann. Ein Schmetterlingsweibchen mit normal verkümmerten oder fehlenden Flügeln ist mir systematisch eine ähnliche Erscheinung, wie z. B. eine Karyophyllee mit Beerenfrucht; blutsverwandtschaftlich oder phylogenetisch sind solche Erscheinungen sicher am allerwenigsten zu verstehen. — Die Termiten, welche mir, da sie zu den Ametabolis gehören, wegen ihres so merkwürdig entwickelten gesellschaftlichen Kunst- und Bautriebes die allermeiste Schwierigkeit bereiten, sind vierflügelich, verlieren aber die Flügel sehr bald, was bei den Ameisen, ihren Rivalen in der höheren Ordnung, wo nur die Arbeiter, die zugleich, wie die Arbeiter bei den Bienen, geschlechtlich unentwickelt bleiben, noch flügellos sind, nicht der Fall ist. So liesse sich eine ganz hübsche Skala für diese uns ohne Zweifel wegen ihres gesellschaftlichen Triebes am allermeisten interessirenden Tierchen aufstellen, welche zugleich ihre aufbauende oder

zerstörende Wirksamkeit im Ganzen des Organismus bezeichnete. Doch bin ich weit davon entfernt, auf so etwas hier Gewicht zu legen; es kommt vorerst nur darauf an, der hier vollständig ratlosen Wissenschaft gegenüber die Möglichkeit einer vernünftigen Erklärung zu zeigen. — Was die anderen Abteilungen der Arthropoden angeht, so will ich auch nicht weiter gehen, als dass ich den in der Zahl der ordentlichen Bewegungswerkzeuge gelegten Hinweis auf die Stellung der betreffenden Abteilung im Ganzen der Entwicklung nachweise. Die Dekapoden oder Krustentiere (Krebse) künden durch die Zehnzahl eine Beziehung zu den Dikotylen an, wie die Hexapoden zu den Monokotylen, oder verständlicher gesprochen, wie die Verdoppelung der Dreizahl im Pflanzenreiche die ideale, aber auch überschlagende Gestaltung der Blüte anzeigt, so im Tierreiche die überschlagende Richtung auf Luft und Lichtentwicklung (in den Hexapoden); und wie im Pflanzenreiche die Fünfzahl die höchste Stufe bezeichnet, deren signalisirte Verdoppelung in den Schmetterlingsblütigen schon auf Tierform hinweist, so ist unter den Arthropoden die Zehnzahl der Füsse das Merkzeichen rückschreitender Entwicklung der Richtung, welche in den Hexapoden ihren Höhepunkt erreicht hat, wobei man nur nicht übersehen muss, dass nach dem Grundgesetze der idealen Entwicklung überschlagende und rückschreitende Richtung sich immer das Gleichgewicht halten. Dem widerspricht nicht, dass die Dekapoden, d. h. die klare Ausbildung von 10 ordentlichen Bewegungswerkzeugen das Merkmal nur für die höchste Entwicklung dieser Abteilung eben in den Dekapoden oder Krebsen sind. Denn die ganze Abteilung ist aufs Deutlichste in der Natur als eine rückschreitende Entwicklung gekennzeichnet, und zwar ganz in dem ausgesprochenen Sinne, indem erstens die allen Krebsen gemeinsame Naupliuslarve d r e i Fusspaare hat, also von der Normalzahl der höchsten Entwicklung in den Hexapoden zu der unvollkommeneren Entwicklung der Dekapoden übergeht; zweitens bemerke ich, dass gerade die Form, die am ausgesprochensten die rückschreitende Entwicklung bezeichnet (die Cirripeden), welche bis zum Aufgeben der tierischen Freiheit zurücksinkt, von der vollkommensten Form der Ostrakoden (Dekapoden) ausgeht, und demnach drittens die ganze übrige Entwicklung dieser Tiere eine nicht blos einfach rückschreitende, sondern durchgehends parasitische (meistens ektoparasitisch auf Fischen) ist. Wem aber diese durchgeführte Anwendung der Zahlenbeziehung zu viel zu thun scheint, den erinnere ich nur an das scheinbar obdiplostemonische Staminodium der Karyophylleen (s. S. 184). Im Einzelnen erwähne ich nur noch, dass die Dekapoden im Allgemeinen getrennten Geschlechtes, aber gerade die Cirripeden Zwitter sind, und dass auch hier, wie in allen Gebieten die täuschende Nachahmung der Formen der anderen Abteilungen vorkommen, wie z. B. Notopterophoros papilio durch lappenartige Anhängsel auf dem Rücken die Form eines beflügelten Insektes nachahmt. Alle Krustazeen sind ihrer Stellung im Systeme gemäss im Wasser, meist im Meere, lebende kiemenathmende Tiere (die Kiemen in Verbindung mit den Füssen). Nur in den Landkrabben gehen sie einigermaassen zum Leben auf dem Lande über. In Betreff der Umwandlung des ersten Fusspaares zu der Scheere ist die ungleichmässige Ausbildung nicht bloss der beiden Stücke, sondern häufig auch der ganzen beiden Scheeren zu bemerken. — Die Oktopoden oder Spinnen sind den Dekapoden gegenüber entschieden Lufttiere (die im Wasser lebenden Arten schaffen sich durch ihr Gespinnst

einen Luftraum) und athmen entweder durch die ganze Haut oder durch Tracheen, die den ganzen Körper durchziehen, oder sogar durch Lungen. Indem sie im Uebrigen durchaus eine rückschreitende Form gegenüber den Hexapoden darstellen, so dürfen wir auch hier auf die Zahl, die Verdoppelung der tierischen Normalzahl Vier, als Fingerzeig Gewicht legen, und in ihnen die rückschreitende Darstellung der Kerfe im engeren Sinne erblicken, dem dann der bei ihnen zur Geltung kommende wunderbare, aber immer isolirende und zerstörende Kunsttrieb entspricht. Die Fazettenaugen fehlen bei ihnen ganz und darin scheint eine Ausgleichung mit den Krebsen stattzufinden, bei denen diese so auffallend hervorgehoben sind. Bemerkenswert ist, dass bei den Spinnen, die im Allgemeinen wie die Krebse getrennten Geschlechts sind, auch gerade wieder die ganz unvollkommenen, aber merkwürdig geformten Tardigrada Zwitter sind. — Die letzte Abteilung, die Myriopoden, durch Tracheen athmende Gliedertiere, welche aus einer im Ganzen nicht fest bestimmten, oft sehr grossen Zahl von Segmenten und entsprechenden Füssen bestehen, sind eben hierdurch den anderen gegenüber charakterisirt und zeigen demgemäss keine besondere Entwicklung. Hervorzuheben ist etwa, dass sie teilweise nicht blos die wahre Begattung haben, sondern auch lebendig gebährend sind. Dass wir so gerade bei den unvollkommensten Formen sporadisch die Charaktere der höchsten tierischen Entwicklung finden — wie ja auch Lungenatmung bei den Spinnen — entspricht durchaus der Auffassung. Alle Myriopoden sind Ametabola und ihre Form kommt auch nicht zufällig auf die entwickelte Wurmform zurück. —

Zu der zweiten Abteilung der Mittelstufe, den Fischen, gehe ich mit der Bemerkung über, dass, wenn ich den Gegensatz von Fischen und Arthropoden als ein unerlässliches Moment zum Verständniss der ganzen tierischen Organisation geltend mache, ich dabei doch nicht übersehe, dass die Fische als die nächste Grundlage des vollendeten tierischen Organismus in der höchsten Stufe, also vor Allem der Säugetiere festzuhalten sind; die Säugetiere sind zu verstehen als die Einführung des in den Arthropoden überschlagend geltend gemachten Principes der auch äusseren Gliederung in den Fischleib; nicht umgekehrt. Darin ist dann sofort das Verständniss der Entwicklung dieser ganzen Abteilung nach dem Gesetze der idealen Auffassung gegeben. Wir unterscheiden nämlich zwei Abteilungen, die Teleostei oder Knochenfische, welche den Typus des Fischleibes darstellen, denen gegenüber alle übrigen noch sehr verschiedenen Gruppen als Knorpelfische bezeichnet sein mögen, innerhalb derer eine solche vorbildende Annäherung an wesentliche Eigenschaften der Säugetiere stattfindet, dass man nach der phylogenetischen Auffassung gerade hier die höchste Stufe der Fischentwicklung erblicken müsste, ähnlich wie die höchsten Kryptogamen durch die Gymnospermen in die Phanerogamen überzugehen scheinen, was aber thatsächlich ganz anders herauskommt. — Die Hauptform der Knorpelfische sind die Plagiostomi oder Quermäuler, wozu die Rochen und die Haye gehören. Bei ihnen zeigt das Gehirn einen Anfang oder Andeutung von Windungen, der Augennerv Chiasma und Kreuzung; es findet teilweise eine innere Befruchtung mit Begattung und eine dem entsprechende Ausbildung der Geschlechtsorgane statt: ja bei einigen Hayen findet sich eine Dottersackplazenta und ein Nabelstrang. Wenn nun anderseits die Plagiostomi in der Ausbildung des ganzen Fischtypus, im inneren Skelet und im Kiemenapparat (auch

die Schwimmblase fehlt ihnen) entschieden hinter den Teleostei zurückstehen, so ist in diesem Gegensatze eben nur wieder das Princip der idealen Entwicklung ausgesprochen, wonach die höchste, die Gegensätze zur vollen Ausgleichung bringende Form in der unteren in einer gewissen Weise schon vollkommener ausgebildet ist, als in den zwischenliegenden die Gegensätze ausprägenden. Die spezielle Bedeutung dieses Principes in der Gestaltung der Fische, deren Charakter ja in dem Gegensatze zu den Arthropoden liegt, ist dann den Plagiostomen gegenüber in den Ganoiden ausgesprochen, bei denen das auch schon bei den Plagiostomen in höchst bedeutsamer Weise ausgebildete Hautskelet zur besonderen Ausbildung kommt, wie das namentlich beim Störe bemerkbar wird, wo das Hautskelet — am Kopfteile — in Verbindung mit der knorpligen Schädelbildung zur nächsten Grundlage der Schädelbildung in ihrer höchsten Entwicklung wird. Wie das aber in meinem Sinne zu verstehen ist, wird man erkennen, wenn man nur bedenkt, dass die Bildung des äusseren oder Hautskeletes, natürlich als Chitin- und noch nicht als Knochenbildung, eben das Wesentliche für die Arthropoden im Gegensatze zu den Fischen ist. Bei den Ganoiden ist eben noch eine Indifferenz in dieser Beziehung ausgesprochen, und ich füge gleich hinzu, dass, wenn bei den Fischen typisch die Hautbedeckung als Schuppe erscheint, auch in diesem Punkte die Zusammenfassung von Fischen und Arthropoden als Gegensatz sich bewährt, da ja auch bei der höchsten Form von diesen, den Lepidopteren, die Schuppe wieder erscheint und zwar in der wunderbarsten Ausbildung. Hier kann auch noch die Spiralklappe im Darm der Ganoiden erwähnt werden, als eine Erinnerung an die Spirale der Pflanzen, wie bei den Mollusken. Wie hiernach die Ganoiden in ihrer besonderen Bedeutung neben den Plagiostomen als der Centralform der Knorpelfische ihre Erklärung finden, so nicht minder die übrigen Formen, aus denen man nach der phylogenetischen Anschauung gewaltsamer Weise eine genetisch fortschreitende Entwicklung herzustellen versucht. So vor allen der Amphioxus, der für sich allein die ganze Stufe der Akranier vertreten muss und in dem man sehr wohl eine letzte rückschreitende Form des Wirbeltiertypus erblicken kann, der keinerlei Möglichkeit zu einem Uebergange auf höhere Formen, wohl aber sehr interessante Beziehungen zu den Manteltieren und zu den Würmern (zu dem merkwürdigen Balanoglossus) zeigt. So die Cyklostomeen, mit unpaarem Geruchsorgan und saugnapfartigem rundem Maule, welche zugleich unter den Fischen die einzigen Parasiten liefern. So endlich die Chimaera (monstrosa), welche recht eigentlich den widersinnigen Gedanken dieser ganzen Entwicklung darzustellen bestimmt scheint und dem dann der im auffallenden Zehnbau ihm ganz ähnliche, aber die regelmässige Fischform in überschlagender Weise (die vier Flossen sind mit Schuppen bedeckt) darstellende Ceratodus gegenübersteht, der mit Unrecht seiner vielteiligen Schwimmblase wegen (die sich aber nicht anders verhält, als bei anderen Fischen) mit den Amphibien (Lepidosiren) zusammengestellt wurde. — Für die zweite Abteilung, die Teleostier, muss ich vorläufig noch auf die Durchführung eines genaueren Verständnisses verzichten, Der Anhalt für eine solche liegt hier vor Allem in den zwei Paaren der die zwei Paare der Extremitäten im vollendeten Tiertypus vertretenden Flossen, welche durch ein Analogon des Schulter- und Beckengürtels der Wirbelsäule angefügt sind. Wo sie vollständig vorhanden sind, dürfen wir im All-

gemeinen den normalen Fischtypus sehen, dem dann eine doppelte Möglichkeit gegenübersteht, indem entweder die Bauchflossen ganz fehlen (Apodes, wozu die Aale gehören), oder an die Brust, selbst bis über die Brustflossen, hinaufgerückt sind, was offenbar ein Ueberschlagen nach dieser Seite hin ausdrückt, wie der andere Fall ein Manco, wobei uns ja leicht der Umstand einfällt, dass die Brustflossen nie fehlen und überhaupt der ganze Schwerpunkt der Organisation bei den Fischen nach vorn gelegt ist; die Brust wird gewissermaassen in den Kopf hineingeschoben, worin wir ja auch wieder ein bei den Arthropoden (in dem Cephalothorax der Krebse und der Spinnen) negativ auftretendes Moment erkennen (man vergleiche z. B. die Form eines Limulus oder Perygotus mit der von Pterichthys). Bei den Knorpelfischen stehen die Brustflossen zum Teil senkrecht; die merkwürdige Form von Chimaera beruht grossenteils auf der übermässigen Ausbildung der Brustflossen, im Gegensatz wozu die Schwanzflosse wie ein wirklicher Schwanz gestellt ist. — Ein weiteres Unterscheidungsmoment bilden dann die senkrechten, nicht paarigen Flossen, die den Flügeln bei den Kerfen entsprechen, aber nicht so durchschlagend als diese; ferner die Art der Verwachsung des Oberkiefers, oder auch selbst des Unterkiefers mit dem Schädel und untereinander und das Fehlen oder Vorhandensein und in diesem — gewöhnlichsten — Falle, die auf sich abgeschlossene oder mit dem Schlunde kommunizirende Schwimmblase, welches letztere Vorkommen mir für die wirkliche Bedeutung derselben im oben erklärten idealen Sinne von besonderer Wichtigkeit erscheint, weil auch in diesem Falle von einer Funktion der Schwimmblase als Lunge nicht die Rede ist. Dass sich aus diesen Momenten wohl eine Durchführung der ganzen Formentwicklung auch auf diesem schwierigen Gebiete gewinnen liesse, scheint mir nicht ausgeschlossen; doch fühle ich mich für den Zweck des Ganzen nicht verpflichtet, über diese Andeutungen hinauszugehen. Ich füge nur noch ein paar Worte hinzu über einige ganz besondere Erscheinungen bei den Fischen. Dass es nicht allein Fische gibt, welche sich mittelst ihrer Flossen fliegend aus dem Wasser erheben, sondern auch solche, welche vermöge einer besonderen Einrichtung ihres Skeletes (der obere Schlundknochen ist in viele feine Blättchen zerteilt, die das Wasser halten und langsam in die Kiemen träufeln lassen) fähig sind, ans Land zu gehen und demnach es auch thun, ist für mich nichts als ein weiteres Moment der Ausgleichung, welche in der Beziehung der Fische zu den Arthropoden im grossen Gange der Organisation stattfindet, wie ja diese umgekehrt in noch viel höherem Maasse auch auf das Wasser angewiesen sind. Die Pleuronekten ferner, welche das Moment der Verschiebung und der Schiefheit nicht blos in der äusseren Gestalt, sondern in der ganzen Organisation ausprägen, gehören dem eben Bemerkten zufolge wohl nicht zufällig zu denen, bei welchen die Bauchflossen vor den Brustflossen stehen. Bei dem jungen Tiere ist der Bau noch regelmässig. Endlich ist es bemerkenswert, dass gerade bei den Fischen die Tiere vorkommen, bei denen die elektrische Kraft in einer so besonderen Weise zur Geltung kommt. Ich werde darauf zurückkommen, wenn wir das Verhältniss der Organismen zu den Elementen und den Urkräften genauer ins Auge fassen. — Die Lungenfische (Dipnoi, Molchfische) rechne ich, weil sie eine wirkliche Lunge haben, nicht zu den Fischen, sondern zu den Amphibien, um darüber mit diesen zusammen, indem ich sie vorläufig übergehe, später zu sprechen. —

Wir gelangen demnach jetzt zu der höchsten Abteilung, welche nach der inneren Entwicklung des Embryo als Amnioten oder Allantoiden bezeichnet werden und zu denen die Reptilien, die Vögel und die Säugetiere gehören. Um den gemeinsamen Unterschied der Reptilien und der Vögel als der noch unvollkommenen Darstellung des vollendeten Tiertypus von den Säugetieren als dem vollendeten Typus fest zu bezeichnen, muss man auf zwei wesentliche Punkte zurückgehen, die auf den ersten Blick keineswegs eine so durchgreifende organische Bedeutung zu haben scheinen, nämlich auf das Zwergfall oder Diaphragma und die Anzahl der Gelenkhöcker am Hinterhauptsbein. Nur die Säugetiere haben das Diaphragma, die muskulöse Haut, welche die Scheidewand zwischen dem oberen und dem unteren Teile der Leibeshöhle bildet; den Reptilien und den Vögeln fehlt sie in gleicher Weise. Und zweitens bei Vögeln und Reptilien setzt in gleicher Weise das Hinterhauptsbein nur mit einem Gelenkhöcker in den obersten Wirbel ein; bei den Säugetieren mit zweien. — Dass nun auf der höchsten Stufe neben dem vollendeten Typus in den Säugetieren der Gegensatz einer einerseits überschlagenden und andererseits rückschreitenden Entwicklung in den Vögeln und Reptilien (an welche dann in weiter rückschreitender Entwicklung die Amphibien sich anschliessen) sich einstellt, ist so ganz und gar aus dem Sinne der idealen Auffassung, dass darüber vorläufig kein Wort weiter zu verlieren ist, und auch das ergibt sich aus dem bisher Gesagten wie von selbst, dass wenn die nach Seiten der Luft und des Lichtes hin überschlagende Entwicklung der Vögel in höherer Weise den idealen Gedanken der Insekten (als der höchsten Entwicklung der Kerftiere) wieder aufnimmt, nicht in derselben Weise die rückschreitende Entwicklung wie mit einem Schritte, sondern durch die Stufe der dem Hauptteile nach dem Luftleben angehörenden Reptilien in den Amphibien bis zu den Fischen und darüber hinaus zurückgreift. Fassen wir demnach zunächst die Säugetiere ins Auge, so muss ich, um das Charaktermerkmal der Säugetiere, das Diaphragma und die Zweiheit der Gelenkhörner am Hinterhauptsbein in seiner wahren Bedeutung geltend zu machen, schon über das Tierreich hinaus, auf den Menschen, d. h. auf seine körperliche Organisation hinausgreifen; denn wir stossen hier auf den Punkt, wo das, was der tierische Organismus uns zeigt, erst im Menschenleibe in seiner wahren Bedeutung erscheint, wie wir in Betreff des Diaphragma und des doppelten Gelenkhöckers leicht bei Erwägung der wesentlich aufrechten Gestalt des Menschen erkennen werden. Wenn wir demgemäss den Menschen nicht als ein aus einer Tierform umgewandeltes tierisches Wesen, sondern wenn wir ihn seinem Leibe nach als die Ur- oder Zielform betrachten, die dem Schöpfer bei der tierischen (und aller) Organisation vor Augen stand, und wenn wir dann erwägen, dass mit der aufrechten Stellung, in der zunächst das Diaphragma und die Doppelheit der Gelenkhöcker des Hinterhaupts ihre Bedeutung finden, ferner wesentlich zusammenhängt die Differenzirung der vier Extremitäten als ein Paar Füsse zum Gehen und ein Paar Hände zum Fassen, so werden wir die Ausbildung des Gegensatzes von Huftieren, wo alle vier Extremitäten entschieden als Gehwerkzeuge gestaltet sind, und von Krallen oder Greiftieren, wo alle vier Extremitäten, wenn auch nicht so vollständig wie bei jenen zu Gehwerkzeugen und nicht zu eigentlichen Händen, aber doch mehr oder weniger vollkommen als Greifwerkzeuge ausgebildet sind, als den Gesichtspunkt für

die ideale Auffassung der Säugetierentwicklung gewinnen, wobei ich kaum zu erwähnen brauche, dass mit dieser Entwicklung der Extremitäten zunächst der Zahnbau und weiterhin die ganze betreffende Organisation aufs Innigste zusammenhängt. Es frägt sich zunächst, ob und wie die Beobachtung dieser idealen Anschauung entgegenkommt. Sie thut es aber so, dass ich unmittelbar in meine Entwicklung die Abweisung der phylogenetischen Anschauung hineinlegen kann. —

Meine erste Instanz bilden die Wassersäugetiere, die Cetaceen mit Einschluss der Seekühe (Catacea herbivora) und die Robben. Sie sind vollständige Säugetiere, die sich ihrer inneren Entwicklung nach entschieden den höchsten Formen anschliessen, und zwar die Cetaceen als Indeciduaten mit diffuser Plazenta den Huftieren, die Robben als Zonoplazentale den Raubtieren, welche den (ächten) Huftieren gegenüber die Hauptvertreter der Greiftiere sind. Nun ist es doch eine sehr widersprechende Erscheinung, dass die Entwicklung der Säugetiere, wenn sie einmal aus dem Wasser (Meere) wieder beginnen sollte, mit solchen Formen anfängt, welche sich nach der inneren Organisation den höchsten Formen anschliessen. Natürlich kann auch die Blutsverwandtschaftstheorie diese Erscheinung nur durch rückschreitende Anpassung an das Wasserleben erklären; aber es wäre ja zu viel verlangt, über solche Annahmen auch nur ein Wort zu verlieren. Umgekehrt ist dies, noch dazu so gewaltige Vorkommen, nicht allein im Ganzen eine meiner Auffassung in jeder Weise entsprechende Erscheinung, sondern es findet auch gerade jener Gesichtspunkt des Gegensatzes von Huf- und Greiftieren (Wiederkäuern und Raubtieren) darin sofort seine Bestätigung, dass auch in der rückschreitenden Entwicklung, die ideal in den Wassersäugetieren angezeigt ist, dieser Gegensatz seinen Ausdruck hat. Könnte im Allgemeinen genommen die Beziehung der Cetaceen auf die Wiederkäuer als Gegensatz zu den Raubtieren, deren Beziehung auf die Robben in jeder Weise klar ist, weniger begründet erscheinen, weil ja auch sie Raubtiere sind, obgleich die Umwandlung des Gebisses zu den Barten die Negation des eigentlichen Raubtiercharakters deutlich genug ausspricht, so wird doch durch die Abteilung der Seekühe als pflanzenfressender Cetaceen jeder Zweifel an diese Beziehung gehoben. Und nun kommt der merkwürdige Umstand hinzu, dass gerade diese Form der Seekühe, wie anderseits auch die Robben, welche gleich ihnen den eigentlichen Cetaceen gegenüber, die zu riesenhafter Grösse auswachsen, eine mässige Grösse bewahren, in auffallender Weise menschenähnliche Bildung zeigen, beide dadurch, dass der Kopf durch einen kurzen Hals (dessen Wirbel nicht verwachsen) vom Körper abgesondert ist, die Seekühe (Manatus, Meermaid) insbesondere dadurch, dass die Milchdrüsen beim Weibchen an der Brust stehen (im scharfen Gegensatze zu den übrigen Cetaceen, wo sie ganz hinten am After liegen) auch die Zehen Spuren von Nägeln zeigen; die Robben insbesondere durch den Bau des Gehirnes, indem dasselbe starke Windungen zeigt und das grosse Gehirn das kleine grossenteils bedeckt. Bemerkenswert ist auch, dass bei den Robben das Zwerchfell sehr weit zurückliegt, wie bei den eigentlichen Cetaceen der Kopf zum Teil in ungeheurem Missverhältnisse zum übrigen Körper steht. Ist es richtig, dass wirklich in der Natur bei der ganzen Organisation der Mensch als das Maass und der ideale Zielpunkt zu Grunde liegt, so können wir es verstehen, dass in der ganzen Entwicklung des Säugetiertypus die Beziehung zur Menschen-

form deutlicher hervortritt und dass der Gegensatz dazu auch in den quantitativen Missverhältnissen sich geltend macht. —

Dass nun zweitens nach den Cetaceen und Robben als vollkommenen, aber auf das Wasserleben angewiesenen Säugetieren, die Eplazentalen als noch wesentlich unvollkommene, aber auf dem Lande lebende Säugetiere sich einschieben, ist, wie schon bemerkt, ein Umstand, der der idealen Auffassung ebenso beweisend entgegenkommt, wie er der falsch empirischen feindlich entgegensteht. Ihr gemäss müsste man annehmen, dass von den Eplazentalen die Entwicklung ihren Anfang genommen, und nachdem sie dann zu den höchsten Formen fortgeschritten, mit Beibehaltung der inneren Organisation jene gewaltige äussere Veränderung vorgenommen habe, während ich in den Eplazentalen und in den Cetaceen die natürlich nur im idealen Sinne zu verstehende gesetzmässig fortschreitende Rückenentwicklung erblicke, wo dann das Hinausgreifen der rückschreitenden Entwicklung über das Luftleben ins Wasserleben genau der Stellung der tierischen Organisation im Ganzen entspricht. Die Cetaceen und Robben stehen den Landsäugetieren so gegenüber, wie unter den Mollusken die im Wasser lebenden Pulmonaten den auf dem Lande lebenden und wie die Sarkodetiere noch unter den Infusorien stehen. Es sind das keine leere Analogien, sondern die Durchführung des einen Gedankens. Um in diesem Sinne die eplazentalen Säugetiere richtig zu verstehen, muss man zunächst darauf achten, dass diese rückschreitende Entwicklung noch wieder in zwei Schritten geschieht, die durch die Beuteltiere (Didelphia, Marsupialia) und die Monotremata (Kloakentiere) bezeichnet werden. Die Monotremata gehen, obwohl sie wahre lebendig gebärende und die Jungen, wenn auch noch nicht aus Zitzen mit ihrer Milch ernährende Säugetiere sind, doch in der inneren Bildung der Ausfuhrwege der Harn- und Geschlechtsorgane in ihrer Beziehung zu einander, auf die hier unleugbar das Hauptgewicht gelegt ist, bis zu der bei den Vögeln Reptilien Amphibien und unter den Fischen bei den Selachiern stattfindenden Cloakenbildung, wobei die Trennung jener Organe noch nicht vollzogen ist, zurück; und das ist als die eigentliche Hauptsache auch deshalb zu beachten, weil diese Tiere im Uebrigen namentlich auch mit den Vögeln im Bau des Brustkastens (die Schlüsselbeine verwachsen mit dem Brustbein zu einer Art Gabelbein, wie es bei den Vögeln stattfindet) und im Bau des Gehörorgans, wie auch der zahnlosen, aber mit Hornplatten besetzten Kiefern vieles gemein haben. Man scheint sie aber deshalb doch zu einseitig mit den Vögeln zusammenzubringen, wozu dann besonders noch der Schnabel bei Ornithorinchus verführt. Richtiger müssen sie mit Rücksicht auf den genannten Hauptpunkt als eine auf die ganze unter den (vollkommenen) Säugetieren bleibende Stufe der Vertebraten zurückgreifende Gestaltung gefasst werden, wo dann auch die zweite Form der Echidna, welche sich in der Mundbildung ganz dem Ameisenfresser anschliesst, ihre Deutung finden möchte. Dass die Monotremen am Becken zwei Beutelknochen haben, weist natürlich auf ein Verhältniss zu den Beuteltieren hin, braucht aber deshalb nicht phylogenetisch verstanden zu werden. — Die Beuteltiere stehen den vollkommenen Säugetieren um einen Schritt näher als die Kloakentiere, indem bei ihnen die Sonderung der Harn- und Geschlechtsorgane wie bei allen anderen Säugetieren vollzogen ist; sie unterscheiden sich von diesen dadurch, dass die Jungen bei ihnen nicht durch eine Plazenta mit

der Mutter verbunden sind und demgemäss nicht ganz innerhalb der Leibeshöhle sich entwickeln, sondern in einem aussen am Becken mittelst zweier eigentümlichen Knochen angebrachten Beutel. Das Verhältniss zu den übrigen Säugetieren ist dieser grösseren Annäherung entsprechend darin ausgesprochen, dass die Beuteltiere nicht allein den Hauptgegensatz der Entwicklung, den Gegensatz von Pflanzenfressern und Fleischfressern, sondern noch weiterhin selbst die Nebenformen der Hauptentwicklung andeutend darstellen, wozu ich bemerke, dass diese Thatsache an sich ebensogut der phylogenetischen Auffassung zu Gute kommen würde, wie der idealen, wenn erstere überhaupt eine denkmögliche Hypothese wäre. Was aber den besagten Hauptgegensatz angeht, so ist es offenbar eine grosse Bestätigung für meine Auffassung, dass derselbe hier, wie schon bei den Wassersäugetieren wieder maassgebend auftritt, und es mag schon hier bemerkt werden, dass eben dieser Gegensatz als der Ziel- und Endpunkt der ganzen typisch-normalen Gestaltung im Begriffe des tierischen Organismus begründet ist. Denn wie der Organismus als lebendiges stoffliches Individuum überhaupt mit seiner Existenz und seinem Leben auf den Stoff im Ganzen so angewiesen ist, weil er nicht blos im Stoffe, sondern auch vom Stoffe lebt, so ist das Tier, als der Organismus zweiter Potenz, der nicht wie die Pflanze zuerst die Umsetzung der Stoffe in die organischen Verbindungen vermittelt, seinem Begriffe nach ein fressendes und daher auf die Pflanze und zweitens auf andere Tiere als seine Nahrung angewiesen. Darin ist der Gegensatz und der Unterschied von pflanzenfressenden und fleischfressenden Tieren begründet, und diesen Unterschied sehen wir nun eben im Grossen und Ganzen der Hauptentwicklung in dem Gegensatze von Huftieren und Greiftieren ausgeprägt, welche dann der inneren Entwicklung nach, den Eplazentalen gegenüber mit der Unterscheidung der Indeciduaten und der Deciduaten unter den Plazentalen zusammenfällt (die Huftiere sind Indeciduata, die Greiftiere Deciduata). Als äusseres Merkzeichen aber, welches uns auch hier sehr sicher führt, ist die Anzahl der Zehen, d. h. der Zahl in der äussersten Gliederung der ja nun als Grundzahl ganz feststehenden vier Extremitäten aufzustellen, womit, wie die vergleichende Anatomie nachweist, zunächst die Beschaffenheit des Gebisses und weiterhin der ganzen Organisation in einer erkennbaren Weise zusammenhängt. Als allgemeinsten Gesichtspunkt hebe ich schon hier hervor, dass die Fünfzahl der Zehen oder Finger, welche als die Normalzahl schon in den Flossen der Fische deutlich angezeigt ist, gerade bei dem Hauptgegensatze der Huftiere und Greiftiere ganz ins Schwanken kommt und ihnen gegenüber nur beim Menschen in ihrem vollen Rechte geltend gemacht wird. —

Gehen wir jetzt zur genaueren Betrachtung der Huftiere (d. h. der ächten Huftiere, mit Ausschluss also der Elephanten und Klippdachse, welche als Deciduaten und zwar Gürtelplazentner auf eine andere Stellung hinweisen, worüber später zu sprechen ist) über, so ordnen wir sie der alten Weise gemäss als Vielhufer Zweihufer und Einhufer. Dabei kann ich mir durchaus die richtige Bemerkung Häckels zu Nutze machen, dass bei den Vielhufern eine zweifache Richtung zu unterscheiden ist, je nachdem die Anzahl der Hufe nach der Paarzahl gleichmässig geteilt ist, wie bei den Schweinen, oder ein mittlerer Zehen, und also die Unpaarzahl ausgebildet ist, wie beim Nashorn, und dass demgemäss das Pferd, wo nur mehr die eine Zehe vorhanden ist, dieser zweiten Richtung

angehört, während die Wiederkäuer als Zweihufer der ersteren sich anschliessen. Erwägt man, dass demgegenüber die Vollzahl der fünf Zehen an beiden Extremitäten beim Menschen auftritt, so wird man kaum in diesem Vorkommen ein ähnliches Gesetz der Zerlegung der Zahl verkennen können, wie wir es mehrfach im Pflanzenreiche gesehen. — Das Wichtigste nun für meine Auffassung ist, dass die Zweihufer auch die Wiederkäuer sind, d. h. diejenige Form der höchsten Tierentwicklung, welche durch ihre ganze Organisation die spezielle Beziehung des Tierreiches zum Pflanzenreiche ausprägen. Das ist nicht blos in der ihnen vor Allem eigentümlichen besonderen Ausbildung des Verdauungssystems ausgedrückt, sondern auch sowohl in dem, was in ihrem Knochenbau den Carnivoren gegenüber noch mangelhaft ist (dass die oberen Schneidezähne und die Eckzähne, wie auch das Schlüsselbein fehlen, Mittelhand und Fussknochen zu einem Knochen verschmolzen sind u. a.), sondern auch durch das, was bei ihnen anderseits überschüssig ist, nämlich die hornigen Auswüchse an der Stirn, die, gleich dem Haare als normale Hautbedeckung bei den Säugetieren überhaupt als eine Art pflanzlichen Wachstums zu betrachten sind. Darauf ist aber solches Gewicht gelegt, dass darnach die beiden Hauptabteilungen der Hohlhörner (Antilopen Kamele Ziegen Schafe Rinder) und der mit solidem Geweihe versehenen Hirsche sich unterscheiden, zwischen denen die Giraffe, bei der beide Geschlechter mit Haut überzogene Stirnfortsätze tragen, in der Mitte steht. Wollte ich hier blos geistreiche Bemerkungen machen, so könnte ich darauf hinweisen, wie die Giraffe durch das abschüssige Rückrat und den langen Hals eine vogelartige Gestalt annimmt, während im Gegenteil zu ihr die Schwielenfüsser (Kamel) den gebrochenen Rücken haben. —

Beim Pferde, welches, obgleich wesentlich pflanzenfressend, doch nicht wie die Zweihufer Wiederkäuer, vollständiger als diese organisirt ist und ohne Zweifel den Tierleib in seiner harmonischsten Vollendung zeigt, ist mit Nachdruck besonders dieses hervorzuheben, dass, wie hier die Hufzahl bedeutungsvoll zur Einheit übergeht, wodurch am prägnantesten die Extremitäten als reine Gehwerkzeuge ausgeprägt sind, so auch die ganze Entwicklung in ein einziges Geschlecht sich zuspitzt. Dass in der Anlage auch beim Pferde drei Zehen vorhanden sind, von denen aber nur die mittlere sich entwickelt, kann die Bedeutung dieser Thatsache ebensowenig vermindern, als dass untergegangene Geschlechter den Zusammenhang der Pferde mit den unpaarhufigen Vielhufern, wenn man will, ihre Abstammung von diesen aufweisen; höchstens können wir dadurch des Weiteren darauf aufmerksam gemacht werden, nach welchem Gesetze wir das Verschwinden und die Erhaltung von organischen Formen aus der Werdezeit zu verstehen haben, worüber später genauer. —

In Betreff der Raubtiere oder Fleischfresser, welche den Wiederkäuern gegenüber die am vollkommensten organisirten Tiere sind, bemerke ich nur dieses, dass, wenn die hier immer freien Zehen natürlich auch zum Gehen dienen müssen, doch ihre den Huftieren entgegengesetzte Richtung der Entwicklung nicht allein dadurch ausgedrückt ist, dass namentlich das vordere Paar mehr auch zum Greifen eingerichtet ist, sondern auch nach diesem Princip die ganze Abteilung geordnet ist, indem man richtig die noch mit der ganzen Fusssohle auftretenden, wie die Bären, die mit festen Krallen, wie die Hunde, und die mit beweglichen Krallen, wie die Katzen, in genauem Zusammenhange mit ihrem raubtierartig entwickeltem

Charakter unterscheidet. Dass dabei gerade die Bären die fünf Zehen an beiden Paaren bewahren, ist wohl nicht zu übersehen. Nachdem wir so den Gegensatz der Hauptentwicklung im Säugetierreiche aus dem inneren Principe der Organisation, welches uns freilich erst im Menschen vollständig durchsichtig werden wird, erklärt haben, können wir hoffen, dass uns auch die Nebenformen, die ja alle längst als natürliche Familien fest umgrenzt sind, verständlich sein werden, nur müssen wir nie vergessen, dass es sich eben auch nur um ein der Stellung, die sie einnehmen, entsprechendes Verständniss handeln kann. Die beiden als Scheinhufer ausgeschiedenen Formen, den Elephanten und den Klippdachs, schiebe ich vorläufig noch zurück, um zunächst die Nagetiere und die Insektenfresser ins Auge zu fassen, durch welche ich jene verständlicher zu machen hoffe. Die Nagetiere bilden eine grosse, sehr weitgehende Differenzen einschliessender im Ganzen kleiner, mehr oder weniger zwerghafter Tiere, welche durch Eigentümlichkeit des Zahnbaues ganz fest als eine einheitliche Entwicklung signalisirt sind. Es ist das eine ähnliche Erscheinung, wie wir sie im Pflanzenreiche z. B. in der Familie der Primulazeen oder der beerentragenden Liliazeen gesehen haben, dass im Uebrigen weit auseinandergehende Gestaltungen durch ein festes, auf den ersten Blick keineswegs sehr wesentliches Merkmal zusammengehalten werden. Das feste Merkmal sind die beim Mangel der Eckzähne und oft unvollständigen (quergestreiften) Backenzähne immer vorhandenen zwei Paar Schneidezähne, welche für das Benagen harter Gegenstände zugleich durch die Entwicklung des starken Unterkiefers, die eine Vor- und Rückwärtsbewegung gestattet, eingerichtet sind. Dabei aber zeigt sich das Besondere, dass diese von unten her immer nachwachsenden Schneidezähne, wenn die Paare, wie bei den meisten Nagetieren, im Unter- und Oberkiefer gegeneinanderstehen, indem sie immer länger werden, endlich das Schliessen des Maules und also das Leben des Tieres unmöglich machen würden, wenn sie nicht eben durch das Nagen an der Spitze fortwährend abgerieben würden. Hier finden wir also eine widersinnige Einrichtung, der nur durch eine zerstörende Wirksamkeit abgeholfen wird. Durch die freien Zehen mit Krallen (5 und 4) schliessen sie sich im Ganzen den Raubtieren an; aber so, dass wir auch hier in den auf vegetabilische Nahrung angewiesenen Abteilungen in der Einrichtung des Verdauungssystems eine Erinnerung an die Wiederkäuer haben. Eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit ist die stärkere Ausbildung der hinteren Extremitäten, wodurch sie an die Beuteltiere erinnern. Um hiernach die Nagetierform zu verstehen, müssen wir die Natur der Haare, als der den Säugetieren charakteristischen Bekleidung, ins Auge fassen. Die Haare sind eine Epidermalbildung, welche mit den Nerven nicht mehr zusammenhängen, insoweit also aus dem tierischen Organismus ausgeschieden sind und im Wachstum mit einer Zwiebel- Mark- und Rindensubsanz vollständig wie eine Pflanze erscheinen und daher einen nicht unwesentlichen Beitrag liefern zur Erkenntniss der inneren Beziehung, in der die beiden grossen Organisationen verlaufen. Die Haare wachsen aber von unten nach oben, so dass die Spitze von unten her in die Höhe geschoben wird, wie auch die Nägel und Krallen, und insoweit müssen wir das eigentümliche Wachstum der (Schneide-) Zähne bei den Nagern, während die Backenzähne an die Zähne der Elephanten erinnern, als ein Ueberwiegen der pflanzlichen Entwicklung in dem gleichwohl nach dem Typus der Raubtiere angelegten

Organismus betrachten, und wenn wir dann die andere Haupteigentümlichkeit, die ungleichmässige Entwicklung der hinteren Extremitäten gegen die vorderen in Erwägung ziehen, so ergibt sich als der ideale Gedanke der Nagetierform der spezifische Ausdruck der verleugneten Harmonie, welche in der Ueberwindung des Gegensatzes von Huftieren und Greiftieren als Pflanzenfressern und Fleischfressern, erreicht werden soll. Die spezielle Ausgestaltung der Formen bei den Nagetieren bestätigt diesen Gedanken; ich will jedoch, weil diese in den Insektenfressern eine so vollständige Parallele findet, zuerst auch diese ins Auge fassen. Sie erscheinen aber durchaus wie eine schwächere Auflage der Nagetiere, nur dass die besondere Entwicklung dieser nicht so durchgebildet ist; die Eckzähne fehlen auch bei ihnen entweder ganz oder sind doch schwach entwickelt; die Neigung zur stärkeren Entwicklung der hinteren Extremitäten ist auch bei ihnen vorhanden. Eigentümlich ist ihnen die Rüsselbildung der Nase und das Auftreten mit der ganzen Sohle. Die Formen der beiden Abteilungen aber gehen wie eine reichere und ärmere Entwicklung parallel. Den Mäusen, die wir wohl als die charakteristischen Vertreter des Nagetiertypus betrachten müssen, entsprechen die Spitzmäuse, den Maulwurfs- und Erdmäusen der Maulwurf, dem Stachelschwein der Igel, den Hasen und Springmäusen die Langfüsser, dem Eichhörnchen die Tupaja, selbst der Biber hat in dem schuppenschwanzigen Solenoden seine analoge Form. Nur den hufartigen Nagern entspricht, wie es scheint, keine Form unter den Insektenfressern. Diese Analogie wird noch interessanter, wenn wir auf die Beuteltiere zurückblicken, wo wir nicht allein, wie schon bemerkt, den Hauptgegensatz von Pflanzen- und Fleischfressern, sondern auch den Nagetieren und den Insektenfressern und fast von allen anderen Formen finden. Wir müssen, um das zu verstehen, nun noch weiter greifen auf die anderen Nebenformen, die Zahnlosen (Bruta), die Fledermäuse und die Affen: zuvor will ich jedoch an dieser Stelle die beiden zurückgeschobenen Formen der Scheinhufer zu erklären suchen, weil diese in der Zwergform, dem Klippdachs, an die hufartigen Nagetiere sich anschliessen, für welche wir gerade keinen Anschluss weder bei den Insektenfressern, noch bei den Beuteltieren gefunden haben. Darin scheint allerdings der Weg zum Versändnisse der merkwürdigen Thatsache zu liegen, dass wir zwei Formen finden, die als Gürtelplazentale zugleich Huftiere sind, also den Grundgegensatz der Gestaltung in sich ausgeglichen, d. h. verneint haben und dass diese beiden Formen nun in dem ungeheuren quantitativen Missverhältnisse auftreten, wie wir es in den Elephanten einerseits und in dem kleinen Klippdachs anderseits sehen. Ich mache geltend, dass nur diese zwei Formen vorhanden sind, welche diese merkwürdige Stellung haben, auch paläontologisch, und dass auch die Quantitätsverhältnisse ein Moment in der Entwicklung des Organismus sind, wenn der Menschenleib als der Zielpunkt und das Maass der Organisation erkannt werden muss. So bekommt der Elephant, ähnlich wie das Pferd, seine besondere Stelle im Tierreiche, die er ja auch zu verdienen scheint. Das Pferd nimmt seine besondere Stellung ein als die Spitze der Indeciduaten und Sparsoplazentalen, als Einhufer und Pflanzenfresser, welcher gleichwohl nicht wie die Zweihufer Wiederkäuer ist, und gelangt so zu der harmonischsten Darstellung des Tierleibes; der Elephant drückt als zonoplazentales Huftier die innere Ueberwindung des Grundgegensatzes aus, die aber, weil sie in ihrer Wahrheit und in ihrem rechten Maasse

nicht mehr in einem Tierleibe, sondern im Menschenleibe erscheint, leiblich nur den quantitativen Excess bewirkt, aber seinen geistigen Widerschein in dem gesellschaftlichen Leben der gleichwohl so grossen Tiere (denn durchgehends sehen wir das gesellschaftliche Leben bei den Tieren mit kleinen Körperformen verbunden) und in der in die Entwicklung der Nase (bei verhältnissmässig kleinem Gehirn) gelegten Klugheit des Tieres findet. Das auf die Quantität gelegte Moment findet dann seine Bestätigung in der Kleinheit der dem Elephanten innerlich gleichberechtigt gegenüberstehenden Form des Klippdachses, welcher neben den hufartigen Krallen durch zusammengesetzten Magen noch einen Hinweis auf die Wiederkäuer in sich trägt, durch den Zahnbau und kurzen Rüssel aber einen Zusammenhang sowohl mit den Insektenfressern, als mit den Nagern andeutet, worin dann dem quantitativen Excess des Elephanten gegenüber die charakteristische Kleinheit dieser absteigenden Formen ihr Verständniss findet. Die Zähne betreffend mag noch bemerkt werden, dass die beiden Stosszähne des Elephanten dem Ober- (Zwischen-) Kiefer angehörige Schneidezähne sind, welche hier im Gegensatze zu den Zähnen der Nager nach oben gebogen sind, was paläontologisch deshalb bemerkt werden mag, weil die untergegangene Art Dinotherium hakenförmig nach unten gebogene Stosszähne hatte. Gerade diese Bedeutsamkeit des Zwischenkiefers als Trägers der mächtigen Stosszähne scheint aber für die dem Elephanten angewiesene Stellung charakteristisch zu sein, einmal mit Beziehung auf den Menschen, bei dem der Zwischenkiefer verschwindet, und dann mit Beziehung auf die Zähneentwicklung der Nager. — Die besondere Stellung, welche wir den unächten Huftieren geben müssen, beruht, wie wir sehen, darauf, dass sie gleichwohl wie die Raubtiere zonoplazental sind, so jedoch, dass sie an den Polen noch zerstreute Zotten zeigen. All die anderen Formen, die Nager Insektenfresser und die noch zu behandelnden Fledermäuse Affen und Edentaten gehören, mit nur teilweiser Ausnahme der letzteren, zu den Diskoplazentalen, woraus man sieht, dass wir in diesem Entwicklungsvorgange, dessen innere Bedeutung später gewürdigt werden wird, ein ausserordentlich durchschlagendes Merkmal des richtigen Zusammenhanges der Formen besitzen, nur dass wir es nicht deshalb im blutsverwandtschaftlichen Sinne zu verstehen haben. Gehen wir nach dieser allgemeinen Bemerkung jetzt zu den drei noch zu erörternden Gruppen der Säugetiere über, wodurch dann auch das dem Verständnisse der Insektenfresser und Nager noch Mangelnde ergänzt werden wird. Von diesen drei Gruppen sind die Fledermäuse nach dem Sinne des idealen Systemes am leichtesten zu verstehen und ein besonderer Beweis für die Richtigkeit desselben. Sie zeigen nicht allein in der Ausbildung der Extremitäten mittelst der zwischen ihnen und ihren Zehen ausgespannten Haut als Organ zum Fliegen, sondern auch in der Firste auf dem Brustbein und in der besonderen Ausbildung der Haare ein Uebergreifen in das Gebiet des Vogeltypus, ohne natürlich deshalb irgend etwas von ihrem Säugetiercharakter zu verlieren, oder auch nur den Gedanken an die Möglichkeit des Ueberganges des einen Typus in den andern zu erwecken. Was den Kamm auf dem Brustbein angeht, so ist zu bemerken, dass dieser gerade den Laufvögeln fehlt, wie zur Herstellung des Gleichgewichtes zwischen den beiden ineinander übergreifenden Typen. Eine ganz besondere Eigentümlichkeit ist die Hautbildung an der Nase bei einem Teile der Fledermäuse (Hufeisennasen,

Blattnasen), an welcher, wie auch an dem Hautfortsatze an der Oeffnung des Ohres (Tragus), das bei den Fledermäusen so ausserordentlich fein ausgebildete Gefühl hauptsächlich gebunden scheint. Die Bedeutung dieser sonderbaren Bildung möchte vorläufig richtig angedeutet sein, wenn man sie als den ins Kleine zusammengezogenen Elephantenrüssel bezeichnet. — Mit den Fledermäusen sind die Affen in die ausdrücklichste Verbindung gesetzt; einerseits durch die fliegenden Hunde (Pteropina), welche sich von den übrigen Fledermäusen merklich unterscheiden, und andererseits durch den Galeopithecus unter den Halbaffen, welche wie die Affen vier oder wenigstens zwei Hände, d. h. durch Entgegenstellnng des Daumens gegen die vier anderen Finger als vollständige Greifwerkzeuge ausgebildete und an den Fingern teilweise mit Nägeln versehene Extremitäten haben, wie denn auch die fliegenden Beuteltiere auf diese Verbindung der Affen mit den Fledermäusen hinweisen. Was die Nägel statt der Krallen angeht, so müssen wir diese, wie die Klippdachse und die Hufnager zeigen, als eine ganz verkümmerte Hufbildung verstehen. Diese in der Natur so deutlich angezeigte Verbindung der Affen mit den Fledermäusen weist uns auf den rechten Weg zum Verständnisse der ersteren. Denn die Fledermäuse verstehen wir unzweifelhaft als einen Uebergriff des Säugetiertypus in den Vogeltypus, der nach der idealen Auffassung der ganzen Entwicklung als ein Ueberschlagen nach der Richtung der Luft- und Lichtentwicklung, also als ein Ueberschreiten der im Säugetiere erreichten Höhe der harmonischen Entwicklung nach dem allgemeinen Entwicklungsgesetze der in dem Gegensatze einer überschlagenden und einer rückschreitenden Bildung voranschreitenden harmonisch ausgleichenden Entwicklung der rückschreitenden Entwicklung in den Edentaten gegenübersteht. Wie nun die Fledermäuse eine überschlagende Entwicklung nach der Seite des Vogeltypus, so sind die Affen ein überschlagendes Moment der Säugetierentwicklung nach der Seite des Menschen hin, dessen Leib als Typus nicht allein der ganzen tierischen und daher speziell der Säugetierorganisation, sondern der ganzen Organisation dem Organisations- und Individualisationsprincip vor Augen steht, daher wir die Bedeutung der Affen und demnach auch der Halbaffen vollständig erst dann verstehen können, wenn wir die Stellung des Menschen zur ganzen Organisation erläutert haben. Vorläufig sei nur bemerkt, dass, wenn die Affen, wie alle diese überschlagend rückschreitenden Formen an die Krallentiere sich anschliessen, gerade in der Ausbildung der vier Extremitäten als unvollkommene Hände mit Nägeln das überschlagende Moment liegt und dass das Verständniss der Thatsache im idealen Sinne nicht blos dadurch gesichert ist, dass die Entwicklung durch die zwei Stufen von den Halbaffen zu den Affen vor sich geht, sondern insbesondere noch dadurch, dass, wenn diese letzteren nur noch erst zwei Hände haben, dies nicht die vorderen, sondern die hinteren Extremitäten sind, wie denn auch bei ihnen die hinteren Extremitäten stärker entwickelt sind und ein Schwanz entweder gar nicht, oder doch nicht als Wickelschwanz vorhanden ist. — Vertreten uns demnach Fledermäuse und Affen die nach der über die Säugetiere hinausgehenden Richtung hin überschlagende Entwicklung, so die unter dem Namen der Edentaten (Bruta) zusammengefassten Formen die rückschreitende Entwicklung, wobei die Verkümmerung der immer nur unvollständig (ohne Wurzel und Schmelz) und oft gar nicht vorhandenen Zähne einen charakteristischen Gegensatz bildet

zu der gewaltigen Entwicklung der Krallen. Die rückschreitende Entwicklung wird dann weiterhin hauptsächlich durch die äussere Hautbedeckung angezeigt. Die Faultiere haben noch ganz die den Säugetieren eigentümliche Hautbedeckung durch Haare, welche aber eigentümlich grob und struppig sind, und im ganzen Baue prägen sie durch die langen Vorderarme und die in dem breiten Becken zu weit nach hinten liegenden Gelenkhöhlen den aus dem Gleichgewicht gekommenen Organismus aus, wobei es dann gewiss bemerkenswert ist, dass sie eine unverkennbare äussere Aehnlichkeit mit den Affen zeigen, die dann auch in dem bei den Faultieren ganz widersinnig erscheinenden Leben auf Bäumen sich ausspricht. Die Wurmzüngler sind schon zum Teil, die Gürteltiere ganz mit einem knöchernen Panzer bedeckt, wodurch sie ganz den Reptilien in den beiden Hauptformen der Krokodile und der Schildkröten sich annähern. Dass die ersteren auch auf die Monotremen in der Form der Echidna hinweisen, wurde schon früher bemerkt. — Sehen wir demnach in den Fledermäusen und Affen von der einen und den Edentaten von der anderen Seite dem in der Ausgleichung des Gegensatzes von Huf- und Krallentieren erstrebten Typus der harmonischen Körperentwicklung gegenüber die Entwicklung überschlagend und rückschreitend auseinandergehen, so werden wir nun leicht die oben erst angedeutete genauere Formentwicklung in den Insektenfressern und Nagetieren ergänzen (man beachte nur, wie die Eichhörnchen und der Tupaja dem Vogeltypus, der Igel und das Stachelschwein dem Reptilientypus sich annähern), die selbst nur der in zwei Stufen sich vollziehende zwerghafte Gegentypus der Hauptentwicklung sind, welcher quantitative, aber auch in dem Grundgedanken der Organisation begründete Gegensatz in den beiden Formen der Scheinhufer ausgesprochen, sowie die ganze rückschreitende Entwicklung in den Beuteltieren und dann weiter rückschreitend in den Monotremen und Wassersäugetieren angedeutet ist. Ich wiederhole hier noch einmal, dass wir kein wissenschaftliches Recht haben, beim Tiere so wenig als bei der Pflanze und dem Krystalle in der Gestaltung der Organisation etwas anderes als eben die Formgestaltung zu sehen, dass aber diese uns erst wahrhaft verständlich werden kann durch den Menschen und seine Stellung in der Schöpfung. —

Die Säugetiere sind die wichtigste den Menschen unmittelbar am nächsten berührende Abteilung der höchsten Tierstufe und die Durchführung der Formen nach dem idealen Grundgedanken hat hier das meiste unmittelbare Interesse; viel leichtere Arbeit haben wir mit den beiden anderen Abteilungen, sobald wir nur die Begründung ihrer Existenz in dem Grundgesetze der idealen Entwicklung nach dem Gegensatze einer im Verhältniss zur erreichten harmonischen Ausgleichung einerseits überschlagenden, anderseits rückschreitenden Gestaltung erkannt haben, der, wie er innerhalb der Stufe der Säugetiere als der centralen Gruppe sich wiederholt, so die neben ihnen stehenden Abteilungen der Vögel und der Reptilien (mit den Amphibien) bedingt. Darin, dass das Gesetz, welches auf der zweiten Stufe den Gegensatz von Arthropoden als Lufttieren und Fischen als Wassertieren begründet, auf der höchsten Stufe, wo nun der Gegensatz der inneren und der äusseren Gliederung überwunden ist, sich wieder geltend macht, ist an sich schon die Wahrheit des idealen Grundgedankens ausgesprochen, und wenn nun diese Wiederholung im Näheren sich so gestaltet, dass wir auf Seiten der nach Luft- und Lichtentwicklung hin

überschlagenden Richtung nur die eine Abteilung der Vögel, auf Seiten der rückschreitenden Richtung aber über den mit den Vögeln in der Organisation zusammenstimmenden Reptilien hinaus in den Amphibien eine zweite bis auf die Fische zurückgreifende Stufe haben, so ist das nicht mehr und nicht weniger als die genaueste Bestätigung des Entwicklungsgesetzes nach der idealen Anschauung. Das hier Gesagte beruht auf der genauen Beachtung der Thatsachen; da es aber hier nicht meine Aufgabe ist, eine beschreibende Zoologie zu geben, so werde ich nur diejenigen Punkte hervorheben, die gerade erst in meiner Auffassung ihre Erklärung finden, oder wo eine polemische Rücksicht es nötig macht. Dass die Vögel durch ihre ganze Organisation auf das Luft- und Lichtleben angelegt sind, womit dann die geistige Bedeutung zusammenhängt, welche bei ihnen im Gesange und im Nestbau den höchsten Punkt im Tierreiche erreicht, die aber keineswegs mit einer besonders hohen Ausbildung des Gehirnes zusammengeht, setze ich hier als bekannt voraus. Zu bemerken wäre, dass die die Muskeln und die Knochen durchziehenden Luftsäcke, ähnlich wie die Schwimmblase der Fische nicht respiratorische, sondern ärostatische Organe sind und dass das Herz bei Vögeln in der Mediane, nicht seitwärts, liegt, während die an der Rückenwand befestigte Lunge mehr zurücktritt, was irgendwie mit der erhöhten Energie des Blutumlaufs und der höheren Wärme zusammenhängt; endlich, dass die Augen der Vögel die stärkste Wölbung nach aussen haben (im geraden Gegensatze zu den Fischen). — Der Nestbau, das Brüten und die Sorge für die Jungen, womit auch der Gesang zusammenhängt, ist in Verbindung zu setzen mit der unvollkommenen Ausbildung der Begattungsorgane und der Entwicklung des Eies ausserhalb des Mutterleibes. Die Ausbildung der beiden vorderen Extremitäten als Flügel, womit die einigermaassen aufrechte Gestalt zusammenhängt, gibt dem Vogel eine leicht bemerkbare annähernde Aehnlichkeit mit der Gestalt des Menschen; fast ganz übersehen aber wird gewöhnlich, wie die Bedeckung der Haut mit Federn, welche eine höhere Haarentwicklung nach dem Typus des Pflanzenwachstums (der fiedernervigen Blätter) sind und an welcher auch hauptsächlich die Farbenpracht bei den Vögeln haftet, in der Beziehung des tierischen Organismus zu dem pflanzlichen seine Deutung findet. Eben daraus erklärt sich dann auch die Gestaltungsdifferenzirung bei den Vögeln. Den Kern bilden offenbar die Singvögel, in denen diese ideale Beziehung der Vögel in jeder Weise ihren Höhepunkt erreicht, und die Raubvögel, in denen die Energie des tierischen Individuums in ihrer ganzen Kraft sich offenbart. Ihnen gegenüber sind die Schwimmvögel und die Laufvögel leicht nach dem Gesetze der rückschreitenden und übergreifenden Entwicklung zu verstehen, denen sich dann die anderen Formen zwischenordnen, während die Klettervögel, ähnlich den Affen, eine überschlagende Form sein möchten. Ich habe aber kein Interesse, hier weiter zu gehen und bemerke noch, dass kein Vogel in den Fusszehen die Vierzahl überschreitet, während der Flügel regelmässig 10 Schwungfedern hat. — Die Reptilien, in den die höchste Stufe der Säugetiere verlassenden Merkmalen mit den Vögeln übereinstimmend, sind diesen selbst gegenüber als rückschreitende Gestaltung durch die in allen Punkten unvollkommenere Organisation bezeichnet, äusserlich aber drücken sie, während sie in den Zehen durchgehends die Normalzahl 5 bewahren, den rückschreitenden Charakter am stärksten

in der Hautbedeckung und dann in der defekt werdenden Gliederung aus und hiernach uuterscheiden sich die drei Abteilungen der Schildkröten, der Eidechsen und der Schlangen. Um diese Merkmale der rückschreitenden Gestaltung zu verstehen, muss man nur daran denken, dass die Knochenhülle der Schildkröte eine Art Wiederholung des äusseren Chitinskeletes bei den Arthropoden ist; eine Schildkröte ist wie ein Käfer, bei dem der Panzer so entwickelt wäre, dass er wie eine Schnecke in ihr Haus sich zurückzieht, und wer an die Form der Käferschnecke denkt, wird doch vielleicht finden, dass den Gestaltungen der Natur ganz andere Gesetze zu Grunde liegen, als sich die jetzige Wissenschaft träumen lässt. Von den bepanzerten Eidechsen (den Krokodilen), die immer vierfüssig sind, wird dann durch die beschuppten, bei denen oft schon ein Paar oder alle Glieder unentwickelt bleiben, zu den gleichfalls beschuppten Schlangen, welche die äussere Gliederung ganz aufgeben, der Uebergang gemacht, so dass der tierische Organismus hier äusserlich zu der Wurmform zurückgeht. Das möchte uns in Verbindung mit dem Umstande, dass wir bei den Fischen erst beim reinen Typus die Schuppenbekleidung finden, und dem andern, dass die Reptilien keine Metamorphose zeigen, die bei den Amphibien in so auffallender Weise auftritt, auch einen Fingerzeig zum Verständnisse dieser zweiten Stufe der rückschreitenden Form der höchsten Entwicklung geben. Vor Allem aber habe ich hier das Recht zu erweisen, die Amphibien in dieser Weise als eine rückschreitende Gestaltung der höchsten Entwicklung und nicht, wie es allgemein geschieht, als eine Uebergangsform von den Fischen zu den Reptilien zu verstehen. Ich bemerke zunächst, dass ich zu den Amphibien (Lurchen) alle Anamnioten rechne, welche noch eine Lungenatmung haben, daher auch den Proteropterus, so sehr dieser auch sonst einem Fische ähnlich sieht. Ich führe aber nun für meine Auffassung zwei wesentliche Punkte an, über die man doch nicht so leicht hinwegkommen wird. Erstens die Bildung der Wirbelsäule, welche bei den Amphibien eine den Fischen gerade entgegengesetzte Richtung hat. Die Fische haben eine Wirbelsäule mit biconcaven Wirbelkörpern und intervertebralem Wachstum der Chorda, die Amphibien eine Wirbelsäule mit intervertebraler Einschnürung der Chorda durch Knorpel und Erhaltung eines vertebralen Chordarestes. Dies Verhalten bei den Amphibien entspricht in unvollkommener Weise der Wirbelsäule der Säugetiere, die auf einer vertebralen Einschnürung der Chorda mit Erhaltung eines intervertebralen Restes beruht, während Reptilien und Vögel im Gegenteil eine intervertebrale Einschnürung der Chorda zeigen. Noch deutlicher spricht zweitens die Thatsache, dass bei den Amphibien das Hinterhauptsbein, wie bei den Säugetieren, mit zwei Gelenkhöckern einsetzt, während die Reptilien und die Vögel nur einen haben. Diese so wesentliche Uebereinstimmung der Amphibien mit den Säugetieren im Gegensatz zu den Reptilien und Vögeln entspricht vollständig dem idealen Gedanken der rückschreitenden Entwicklung, während sie der blutsverwandtschaftlichen Entwicklung in ähnlicher Weise entgegensteht, wie die Fruktifikation bei den höheren Kryptogamen der Verbindung mit den Gymnospermen. Mit dem Charakter der rückschreitenden Entwicklung hängt dann das Vorkommen der Metamorphose und zwar in einem nach der Höhe der Entwicklung gesteigerten Maasse zusammen. Die höchst entwickelten Amphibien, die Batrachier, zeigen auch die vollkommenste Metamorphose, und zwar eine

solche, welche uns die ganze Entwicklungsreihe nach der idealen Auffassung wieder vorführt, wobei der endliche Verlust des Schwanzes, der die Batrachier von den Salamandern unterscheidet und die Erinnerung an das Gesetz des Pflanzenwachstums in dem spiral gedrehten Darme der Larve von besonderer Bedeutung sind; ebenso dass die tiefst hinabgehende Form der Amphibien, der Blindwühler (Coecilia lumbricoides), äusserlich ganz die Form des Wurmes annimmt. Dass unter den Schwanzmolchen eine Form vorkommt, welche nach Umständen ihren kiemenatmenden Larvenzustand bewahrt und selbst in diesem zeugungsfähig wird, ist eine aus der Bedeutung der Metamorphose, wie sie hier in der rückschreitenden Entwicklung vorkommt, zu erklärende Erscheinung, die zu keinen weiteren blutsverwandtschaftlichen Consequenzen berechtigt, wie z. B. auch bei den Salamandern, nicht aber mehr bei den Batrachiern, die Reproduktionskraft sich bis auf die ganzen Gliedmaassen erstreckt. Ueber die untergegangenen gewaltigen Saurier wird später die Rede sein. Ob der Proteropterus wirklich zu den Amphibien, oder doch trotz seiner neben den Kiemen vorhandenen Lunge zu den Fischen gehört, wird von der genaueren Beschaffenheit der Wirbelsäule und der Gelenkhöcker abhängen, über die ich keine Rechenschaft geben kann. Er könnte auch eine die Amphibien vorbildende Fischform sein, wofür dann die vier andeutend vorhandenen symmetrischen Gliedmaassen und die beschuppte Haut sprechen würden. Weil ich auf die Zahl der Zehen besonders beachtet habe, will ich schliesslich noch bemerken, dass die Frösche, die doch auch auf Menschenähnlichkeit einen besonderen Anspruch haben, am hinteren Paare 5, am vorderen 4 Zehen haben, gerade wie die Halbaffen die hinteren und nicht die vorderen Extremitäten handähnlich bilden. —

Nachdem ich nunmehr auch für das Tierreich die ganze Formgestaltung nach dem Gesetze der idealen Auffassung in den Grundzügen durchgeführt habe, werde ich auch hier in einem zweiten Gange einen kritisch prüfenden Blick auf die Entwicklung werfen, um zu sehen, inwieweit diese das gewonnene Resultat ändert oder nicht. Zuerst gilt es die Frage, ob wir nicht hier, wie im Pflanzenreiche, eine der ganzen Entwicklung oder Gestaltung zu Grunde liegende Urform aufweisen können, in der Weise, wie beim Pflanzenreich im Moose. Wir können es aber und zwar in der von Häckel richtig als solche erkannten Gastrula, d. h. der einen Hohlraum darstellenden Zellverbindung, in der sich eine äussere Schicht (Ektoderm) und eine innere, den Hohlraum auskleidende, verdauende Schicht unterscheidet, wenn auch diese Form nur als ein Entwicklungsstadium wirklich ist und wohl nie, wie Häckel annimmt, eine so gewaltige selbständige Existenz gehabt hat; und auch das entspricht der idealen Auffassung. Die reale Vertretung der Urform zunächst der Pflanze im Moose entspricht dem idealeren Charakter der Pflanze vor dem Tiere, wornach jene mehr als dieses die ganze Organisation umspannt. Die Schnecke entspricht im Tierreiche dem Moose im Pflanzenreiche, nur mit der näheren Bestimmung, dass hier die Urform schon einen der engeren Stellung des Tieres angemessene spezifische Gestalt angenommen hat. Wie nämlich die Urform der Pflanze die polar nach dem Verhältnisse der Erde zur Sonne wachsende Axe, so ist die Urform des Tieres die freie Körperform, welche den organischen Stoffumwandlungsprocess (Ernährung) mittelst eines inneren Hohlraumes vollzieht. Wir müssen uns erinnern, dass die Einzelzelle, auf der alle Organisation beruht, typisch einen von einer

Haut umschlossenen Innenraum bildet, in dem sich die Lebensprocesse der Stoffbewegung und Stoffumwandlung vollziehen, wobei ich die unvollkommenen Zellen, welche noch blos ein formloses Protoplasmaklümpchen darstellen, nach dem Rechte der idealen Auffassung, die in ihnen nur den äussersten Schritt der rückschreitenden Entwicklung erkennt, nicht beachte. Die tierische Urform der Gastrula, wie sie, wenn auch schwach, bei den Infusorien auftritt, stellt also als nächste Zellverbindung die Urform der Zelle wieder dar, während in der Urform der Pflanze die Zellverbindung in ein ganz anderes Gesetz eintritt. Während die Urform der Pflanze auf den kosmischen Beziehungen der Erde beruht, wiederholt die Urform des Tieres in der Gastrula als Zellverbindung den Grundgedanken der individuellen Stoffgestaltung, wie er in der Zelle in lebendiger, im Krystalle in toter Weise ausgesprochen ist. — Von dieser Urform aus müssen wir nun die ganze Organisation des Tierleibes verstehen. Der allernächste Schritt liegt darin, dass der verdauende Hohlraum nicht mit einer Oeffnung, sondern mit zweien, einer aufnehmenden und einer ausstossenden, auftritt; denn das hängt wesentlich zusammen mit dem Unterschiede der Stoffumwandlung, wie sie in der Pflanze und wie sie im Tiere vor sich geht, und zwar in Gemässheit des principiellen Unterschiedes zwischen Pflanze und Tier, wornach dieses die Idee des lebendigen stofflichen Individuums um eine Potenz höher vertritt, als jene. Demgemäss geht die Ausscheidung der überschüssigen Stoffe, die sich bei der Pflanze durch Ausdünstung oder Ausschwitzen vollzieht und hier durchaus nicht die Bedeutung hat, wie beim Tiere, bei diesem in einer dem individuellen Organismus angemessenen Weise vor sich, und darauf beruht es, dass der Verdauungsprocess im Hohlraum nicht eine, sondern zwei Oeffnungen erfordert, eine aufnehmende und eine ausstossende, die wir in diesem Sinne recht gut als die positive und die negative bezeichnen können. So wird denn die Ausbildung des Verdauungssystems oder des Darmkanals mit Mund Magen und After ein Hauptgesichtspunkt für die Gestaltung des tierischen Organismus, worauf die eine Unterscheidung des vorderen und des hinteren Teiles beruht. Unter den Zweck dieser Stoffumwandlung, deren allgemeine Grundlage in der Bereitung des Blutes, aus dem wie aus einer zweiten elementaren Grundlage mittelst der im Blutwasser kreisenden Einzelzellen, den Blutkörperchen, das Individuum sich aufbaut, erst das nächste Resultat des Ernährungsprocesses im Darmkanal ist, fällt dann aber auch das Atmungs- und das Gefässsystem, sowie auf der anderen Seite der Ausscheidungsprocess ein viel komplizirterer wird, und wir verstehen es, dass für die höchste Stufe das Diaphragma als die Grenzscheide zwischen der höheren und positiven, und der niederen und negativen Seite des Processes als Wahrzeichen eintritt. Dabei ist denn aber wohl zu beachten, dass Herz und Lunge in demselben Maasse, wie sie dem Magen und den Ausscheidungsorganen gegenüber organisch als das höhere bezeichnet sind, die universaleren und elementaren Beziehungen des im Verdauungssystem nur individuell egoistisch wirkenden tierischen Organismus zunächst wenigstens in Betreff der Luft vermitteln. Damit ist aber erst die elementare Grundlage des Individuums gegeben, welches sich als solches bethätigen soll im Nerven- Muskel- und Knochensystem, wodurch dann das Centralnervensystem als das den ganzen Organismus Beherrschende in seiner die Einwirkung von aussen einerseits aufnehmenden und anderseits darauf reagirenden Wirksamkeit (sensitive und moto-

rische Nerven), anderseits aber auch eine vordere und hintere Seite in ganz anderem Sinne, als zuerst in Betreff des Ernährungssystemes und des Darmkanals, ideal motivirt wird. Wir brauchen uns nur zu erinnern, wie bei der Schnecke (Gastropoden) einerseits die vordere und hintere, anderseits die obere und untere (Bauch- und Rückenseite) ihren noch einfachen Ausdruck findet; wie dann der vollkommene Tierleib, der im Säugetiere angestrebt, aber erst im Menschenleibe erreicht ist, in Verbindung mit der durchgeführten Gliederung auf der Richtigstellung dieser räumlichen Beziehungen, des Oben und Unten, Vorn und Hinten, Rechts und Links beruht, um endlich im Menschenleibe das ideale Ziel dieser ganzen Gestaltung zu erfassen. Um die Aussonderung des Kopfes als des Trägers des Centralnervensystemes, der, wie er einerseits als abgegliederter Teil mit den Extremitäten als Bewegungswerkzeugen correspondirt, so anderseits durch die in die Vorderseite verlegten Sinneswerkzeuge den Gegensatz von Vorn und Hinten in dem höheren Sinne am entschiedensten ausprägt, vollständig zu verstehen, müssen wir dann noch beachten, dass erstens im Kopfe durch die dorthin und zwar in die Vorderseite verlegten Sinneswerkzeuge, vor Allem durch das Auge die universale kosmische Beziehung des vollendeten Individuums hergestellt und zweitens die Zunge und die Mundhöhle, in ihrer Beziehung zum Ohre über ihren nächsten Zweck, zur Einführung der Nahrung als vorderes Ende des Darmkanals, zum Werkzeug der Stimme und dadurch der gegenseitigen Beziehung der Individuen erhoben wird. Und wie diese ihre Bedeutung nicht mehr in dem Leben des Individuums, sondern in der Beziehung auf ein anderes Individuum hat, so ist im Fortschritte der Organisation, wie die Stimme mit der positiven, die Fortpflanzung und Begattung mit der negativen Seite des Ernährungsprocesses in Verbindung gesetzt und mit dieser Reflexion sind wir dann an den Punkt gekommen, wo wir die Organisation nur aus ihrem Zielpunkte, dem Menschenleib, und anderseits eben diesen als das Werkzeug des selbstbewussten Geistes verstehen können. Vorläufig halten wir nur noch die Gestaltung des Organismus im Tierreiche im Auge, insoweit wir diese unter Mitbeziehung auf die Gestaltung der Organisation im Pflanzenreiche verstehen gelernt haben. Vor Allem ist nun zu bemerken, dass, wie die geschlechtliche Fortpflanzung beim Tiere eben nach dem Grundbegriffe des Tieres als des in höchster Potenz durchgesetzten lebendigen stofflichen Individuums ein viel energischer in die ganze Gestaltung eingreifendes und sie beherrschendes Moment ist als bei der Pflanze, so auch der erste Entwicklungsakt nach der Befruchtung, nämlich die innere Destruktion der befruchteten Eizelle beim Tiere, viel evidenter und maassgebender für die ganze Entwicklung, als bei der Pflanze erscheint. Es ist nicht zu übersehen, dass dieser auffallende Process der Auflösung des Zellkernes zur Neubildung überhaupt nur bei der geschlechtlichen Fortpflanzung vorkommt, nicht bei der Neubildung durch einfache Sprossung, welche beim Tierreiche nur noch insoweit Statt hat, als die tierische Entwicklung noch unter das Gesetz der pflanzlichen gestellt ist. Wie diese bedeutsame Thatsache, dass der erste Akt der Neubildung durch den geschlechtlichen Process eine Auflösung eines vollkommenen Zustandes der Zelle, also eine Erscheinung der rückschreitenden Entwicklung ist, mit der wahren inneren Bedeutung des geschlechtlichen Processes als einer in das Leben hineinragenden Herrschaft des Dualismus, der an sich nicht die Vereinigung und das Leben, sondern die

Trennung und den Tod bedeutet, zusammenhängt, das werden wir später in der allgemeinen Reflexion ins Auge fassen; hier bemerke ich vorläufig nur noch, dass dieser zersetzende Process im Tierreiche sich in einer noch viel drastischeren Weise wiederholt in der Histolyse, welche bei der Metamorphose der Insekten im Puppenzustande vor sich geht, und zweitens, dass von einer rückschreitenden Entwicklung im Individuum überhaupt nur im Tierreiche und nicht im Pflanzenreiche die Rede ist. Eine solche Entwicklung, wie bei den Cirripeden oder bei den Schwämmen und Phytozoen, wo die Entwicklung tierisch beginnt und pflanzlich endet, kommt im Pflanzenreiche nicht vor. Doch sei das hier nur vorläufig bemerkt; wir werden in viel nachdrücklicherer Weise auf die Sache zurückkommen müssen.

Fassen wir demnach für jetzt die Entwicklungsgeschichte des tierischen Individuums von dem Momente der durch die Befruchtung zunächst bewirkten Desorganisation der Eizelle an, sowie sie der Beobachtung unterliegt und durch die Beobachtung constatirt ist, ins Auge, so finden wir die erwünschteste Bestätigung des von der Idee aus durchgeführten Gestaltungsprocesses. Die Entwicklung des tierischen Embryo weist, in Uebereinstimmung mit der Thatsache, dass jedes Individuum von dem Urorgan der Zelle wieder beginnt, den idealen Entwicklungsgang in den durchschlagendsten Thatsachen in der Weise auf, dass dadurch die im Sinne der Blutsverwandtschaftstheorie aufgestellte Hypothese einer abgekürzten Wiederholung der Phylogenesis in der Ontogenesis, wie man den Process nach Häckel nennt, als eine unbegründete Annahme abgewiesen wird. Die Neubildung in der durch die Befruchtung desorganisirten Eizelle geht im Ganzen in der Weise vor sich, dass sich durch die Zerklüftung nach dem Gesetze der Zweiteilung aus dem neuen Zellkern ein Zellhaufe (Morula), welcher dann als eine äussere und innere, oder obere und untere Zellschicht sich differenzirt (Planula), und in der Gastrula, welche einen von diesen beiden Schichten umkleideten Hohlraum (Urdarm) mit einer Mundöffnung darstellt, die tierische Urform erreicht. Dabei findet nun aber der Unterschied statt, dass nur die untersten Tiere diese Formen wirklich darstellen, die dann zum Teil in das Gesetz des pflanzlichen Wachstums zurückfallen, während bei der höheren eigentlich tierischen Entwicklung sich die Gastrula als ein geschlossener Hohlraum entwickelt, innerhalb dessen dann die weitere Bildung sich vollzieht. Darin erblicke ich den allgemeinsten Ausdruck für das unterscheidende Wesen des tierischen Organismus, wornach er im Unterschiede von der Pflanze die fortschreitende Individualisirung und deshalb, namentlich im geschlechtlichen Fortpflanzungsprocesse, die fortschreitende Verinnerlichung des stofflich individualisirenden Gestaltungsprincipes darstellt. Die Zerklüftung des Dotters (des bildungsfähigen Gehaltes der Eizelle) ist dann ferner entweder eine totale oder eine partiale, je nachdem entweder der ganze Dotter in die Zellneubildung, aus der der neue Organismus entsteht, hineingezogen wird, oder ein grösserer oder geringerer Teil dem Bildungsdotter gegenüber als Ernährungsdotter übrig bleibt, und hier stellt sich dann die bemerkenswerte Thatsache heraus, dass im Grossen und Ganzen genommen bei den niedrigsten Tieren die Zerklüftung eine vollständige, und wieder bei den höchsten, bei den Säugetieren, eine nahezu vollständige ist, bei denen aber, welche nach der idealen Auffassung die Gegensätze darstellen, bei den Fischen und den Gliedertieren, und wieder bei den Reptilien und den Vögeln eine partiale; dass ferner

bei den Mollusken der Ernährungsdotter dem Bildungsdotter noch das Gleichgewicht hält, aber mit der eigentümlichen Beschaffenheit, dass jener von diesem rings umschlossen ist, und dass endlich die Zerklüftung bei den Amphibien im Gegensatze zu den Reptilien, aber in Uebereinstimmung mit den Säugetieren wieder eine totale ist. In diesem Befund erblicke ich eine direkte Bestätigung meiner idealen Construction, sowie darin nicht minder die Aussicht auf eine interessante Analogie zu der Entwicklung des Samens in der Pflanze eröffnet ist. — Die dritte Thatsache ist dann die, dass die Differenzirung des Ektoderm und Entoderm der Gastrula bei der Entwicklung der höheren Tiere sich zu den beiden Schichten umgestaltet, welche (doch wohl nach der Analogie des Samens bei der Pflanze) als Keimblätter bezeichnet werden in der Weise, dass das äussere oder obere, deshalb als das animale bezeichnet, die Grundlage der animalen Systeme und namentlich auch des Nervensystemes und des Gehirnes, das untere oder innere, deshalb als das vegetative bezeichnet, die Grundlage der vegativen Systeme und namentlich zunächst des Verdauungssystemes bildet. Bei den Wirbeltieren kommt dann ein drittes mittleres Blatt hinzu, das motorisch germinative, als Blut- oder Gefässsystem bezeichnet, weil in ihm die Scheidung des Blutes und seines Kreislaufes von dem Verdauungssysteme vorbereitet ist. In dieser Entwicklung finde ich die innere Beziehung der tierischen Organisation zur pflanzlichen, so wie sie oben in der Begriffsbestimmung aufgenommen wurde, ausgesprochen. Den Abschluss bildet dann endlich die Entwicklung der eigentlichen Wirbeltiere und weiterhin der Säugetiere, wo jene Verinnerlichung der Processe in der vollständigsten Durchführung der Idee des lebendigen stofflichen Individuums, wie in der Phylogenesis, so in der Ontogenesis, um diese Ausdrücke einmal zu gebrauchen, ihren höchst gesteigerten Ausdruck findet. Die drei höchsten Klassen der Wirbeltiere unterscheiden sich in der Entwicklung des Individuums als Amnioten, d. h. durch eine nachträgliche Entwicklung der Haut der Eizelle, welche den ganzen an der Primitivstelle, wo die beiden Blätter zusammenhängen, entstehenden Embryo umschliesst und ihn in gesteigerter Weise gewissermaassen wie den Kern in der Urzelle erscheinen lässt. Die gleichzeitig mit dem Amnion und mit einer fast nicht minderen Mächtigkeit sich bildende Allantois, welche dem Amnion gegenüber mehr eine ausscheidende Funktion im Leben des Fötus hat, kann doch wohl nur als ein Zeugniss für die Bedeutung dieser negativen Seite in der Entwicklung des Organismus verstanden werden. Hierdurch wird uns dann der rechte Gesichtspunkt gegeben für das Verständniss der eplazentalen Säugetiere in ihren beiden Stufen gegenüber den Plazentalen, indem wir dadurch angewiesen werden, darauf zu achten, wie die vollständige Ausbildung der Organe für die ausscheidende Funktion in einen inneren Zusammenhang gesetzt wird mit den Organen der geschlechtlichen Fortpflanzung. Bei den Monotremen, wo das Junge sich noch ganz ausserhalb der Mutter entwickelt, sind die die festen und die flüssigen Ausscheidungen besorgenden Organe (in der Cloakenbildung) und der Fruchthälter noch zu einem Ganzen verschmolzen. Dass wir der Anordnung zur Trennung dieser Funktionen bei der höheren Entwicklung einen in dem Verhältnisse der ganzen Organisation zu den drei Aggregatzuständen des irdischen Stoffes begründeten Wert abgewinnen können, das beweist die bei den Pflanzen wesentlich fast nur gasförmige Ausscheidung;

und dass diese Anordnungen mit der geschlechtlichen Differenzirung zusammenhängen, das beweist der Umstand, dass auch in der höchsten Entwicklung beim weiblichen Organismus der Anklang an die Cloakenbildung der Monotremen bewahrt wird. Bei den Beuteltieren erfolgt dann zugleich die vollständige Trennung der Organe für die flüssigen und die festen Ausscheidungen beim männlichen, und die Bildung eines äusseren Behälters (des Beutels) für die Entwicklung des in noch sehr unvollkommenem Zustande geborenen Jungen beim weiblichen Individuum. Ist dann endlich beim vollkommenen Säugetiere die ganze Entwicklung des neuen Organismus bis zu seiner selbständigen Lebensfähigkeit innerhalb des mütterlichen Organismus erreicht, so tritt die Plazenta als Zwischenorgan für das Leben des Fötus im Mutterleibe ein, ein Zwischenorgan, dessen Funktion und Bedeutung durchaus durch den Grad der vollendeten Ausbildung bestimmt ist, den der aus dem geschlechtlichen Processe neu erzeugte Organismus innerhalb des mütterlichen Organismus erreicht. Wie aber eben dies als der Höhepunkt der ganzen Organisation im Pflanzen- und im Tierreiche, die wir in diesem ihrem inneren Zusammenhange erst im Menschen vollständig verstehen werden, erscheint, davon können wir uns durch einen Rückblick auf den idealen Central-Anfangspunkt des ganzen Organismus im Moose überzeugen. Im Moose sehen wir die Erzeugung eines zweiten Individuums aus einem ersten durch den geschlechtlichen Process, welches zweite aber nicht zur Selbständigkeit bestimmt, sondern durch einen mechanischen Process mit dem ersten vereint äusserlich ein Individuum darstellt, welches ideal die ganze Entwicklung des pflanzlichen und insoweit auch des tierischen Organismus vorbildend in sich trägt. Am Abschlusse der tierischen Organisation im plazentalen Säugetiere sehen wir durch den geschlechtlichen Process die Erzeugung und Ausbildung eines vollständigen neuen zur Selbständigkeit bestimmten Organismus innerhalb des mütterlichen, der zu diesem seinem Fötusleben auch wieder auf ein mechanisches, genauer gesprochen, organisch-mechanisches Moment, die den Fötus mit dem mütterlichen Organismus verbindende Plazenta, angewiesen ist. Daraus werden wir dann auch wohl die innere Bedeutung der Unterscheidung der Indeciduaten und der Deciduaten zu erfassen im Stande sein, insoweit der Vorgang bei den Indeciduaten, d. h. den Huftieren auf einer weniger festen organisch-mechanischen Verbindung der Plazenta des Fötus mit der mütterlichen Plazenta beruht, so dass jene von dieser sich ablöst, ohne einen mechanischen Riss zu machen. Dass die beiden deciduaten Huftierformen keinen Einspruch gegen eine solche Deutung erheben, habe ich früher gezeigt; dass aber selbst noch die Unterscheidung der Deciduaten als Zono- und Diskoplazentale in dieser Weise ihre Erklärung findet, möchte dadurch angezeigt sein, dass die Raubtiere der Hauptsache nach die Zonoplazentalen sind, Diskoplazentale hingegen die Nebenformen, Fledermäuse Affen Edentaten, wodurch dann der Mensch in dieser Beziehung wenigstens neben dem Affen einen nicht ganz unwillkommenen Gesellschafter bekommt. — Einen Punkt muss ich nun noch schon hier hervorheben, nämlich, wie wenig wir auch in dieser inneren Entwicklung des tierischen Organismus von der Wegweisung durch feste Zahlen verlassen sind. Die Zerklüftung des Dotters vollzieht sich immer nach der Zwei-, resp. Vierteilung, ähnlich wie die Bildung der Wimper an der Mooskapsel. Die beiden Blätter, das animale und das vegetative, be-

scheinigen als solche das Grundverhältniss der tierischen zur pflanzlichen Organisation, während dann die Bildung des dritten Blattes die Scheidung der niederen von den höheren Prozessen der Ernährung anzeigt und so das andeutet, was im höchstentwickelten Säugetierorganismus durch die Scheidung der Brusthöhle von der Bauchhöhle und des Kopfes vom Rumpfe ausgesprochen ist. In der Anlage des Gehirnes endlich im Embryo tritt ganz entschieden in den ursprünglichen Blasen die Fünfzahl auf, in der Weise, dass das Vordergehirn in der ersten Anlage sofort ganz überwiegend erscheint. Wir sehen, 2 (resp. 4, 8 etc.), 2, 5, das sind dieselben einfachen Zahlen, welche auch bei der Gestaltung der Pflanze so entscheidend auftreten; ja wir könnten auch den Umstand noch genügend erklären, dass wohl die Dreizahl (in den drei Keimblättern des Embryo bei den höheren Tieren) als die eigentliche Signatur der höheren Entwicklung, nicht aber die Sechszahl in der inneren Entwicklung entscheidend eintritt, wenn wir nur die durchgreifende Bedeutung beachten, welche die Sechszahl im Pflanzenreiche gerade bei den Monokotylen hat im Gegensatze zu der gegliederten Axe, die ja als Grundform für die typische Gestaltung des Tieres bestimmt; bei den Gliedertieren tritt sie äusserlich in der Sechszahl der Füsse bei den Insekten deshalb wohl nicht zufällig auf. — Genauer werden wir beim Menschen namentlich noch auf manchen Punkt einzugehen haben. Mit Beziehung darauf will ich die Betrachtung des Tieres mit den Worten beschliessen, die Schmarda bei Erwähnung der Histolyse in dem Metamorphosenprocesse bei den Insekten gebraucht: »Aus diesem Trümmerhaufen der Gewebe und dem Reservebildungsmaterial, das in dem Fettkörper der Insekten aufgehäuft ist, gehen dann die Neubildungen hervor«; nur dass wir dies Verhältniss des Menschenleibes zum Tierreiche nach dem Maassstabe der idealen Auffassung verstehen, der uns dadurch an die Hand gegeben ist, dass im Menschenleibe der vollendete Tierleib unter das ideale Gesetz der Urform der Pflanze gestellt ist und die Wiederholung der Stufen wohl als eine Rekapitulation, aber nicht als eine Repetition erscheinen lässt (vgl. Häckelegonie, S. 4).

## VII. Beziehung des Pflanzenreiches und des Tierreiches aufeinander und Zielpunkt der ganzen Organisation.

Indem ich nun als Mensch mich denkend, aber mit meinem denkenden Bewusstsein an meinen leiblichen Organismus und dadurch zugleich an die ganze organische und unorganische Ausgestaltung des ponderablen mir im Lichte, d. h. durch sein Verhältniss zum imponderablen sichtbaren Stoffes mich gebunden erkenne, so stehe ich an der entscheidenden Frage, inwieweit ich als Mensch mich selbst als ein Resultat des gestaltenden Individualisationsprincipes, auf welches ich nach dem einzig wissenschaftlich berechtigten Wege der Induktion die ganze Stoffgestaltung im Makrokosmos und Mikrokosmos zurückführe, betrachten muss oder darf und wie ich dann das Verhältniss meines denkenden Bewusstseins zu dem die ganze Gestaltung des Stoffes beherrschenden Individualisationsprincipe auffassen soll. Ich selbst bin als erkennendes fühlendes wollendes geistiges Wesen mir bewusst, dass diese geistige Kraft des persönlichen Bewusstseins in mir nicht etwas blos Formales, sondern eine wirksame Kraft ist. Ich entwerfe im Geiste einen Plan, ich entschliesse mich, ihn auszuführen, ich lege Hand an, ihn zu verwirklichen, d. h. ihn im Stoffe auszugestalten und weiss, wenn das Werk vollendet ist, dass es mein Werk ist. Wenn ich sage in mir, so meine ich damit mich als Menschen; ich spreche im Namen des menschlichen Bewusstseins, durch dessen Energie in der menschlichen Gesellschaft ein neuer sittlicher Organismus auf Erden aufgebaut und in der Kunst selbst eine neue Schöpfung in die sichtbare Natur hineingebaut ist und wird, mit dem Anspruche, an Idealität selbst die Werke der Natur zu überbieten. Wie da das Verhältniss des Individuums zu dem Ganzen der Menschheit liege; wie es zu erklären sei, dass das geistige Bewusstsein im menschlichen Individuum von Natur aus im Körper so gebunden ist, dass der Mensch, als nur körperliches Individuum betrachtet, den Naturgesetzen der organischen Entwicklung unterworfen ist und nur durch die geistige Communication mit der Gesammtheit oder Gemeinschaft in der Sprache zum menschlichen Bewusstsein sich entwickelt, das habe ich hier nicht zu berücksichtigen. Die Naturwissenschaft, welche die Art als ein wenigstens für uns feststehendes Resultat der Entwicklung anerkennt und anerkennen muss, wenn sie nicht geradezu ins Faseln geraten will, beruhigt sich vorläufig damit, dass das

ganze menschliche Bewusstsein mit seiner ganzen Geschichte auf Erden und mit allen seinen Begriffen von Religion Sittlichkeit Recht Kunst Wissenschaft in der menschlichen Art begründet sei, so etwa, um gleich das Ergreifendste zu nennen, wie das allerdings auch wunderbar geordnete gesellschaftliche Leben der Bienen Ameisen und Termiten in der Art, d. h. in der Organisation dieser Tiere und in der Stelle, die sie demnach in der ganzen Organisation, resp. in der ganzen Stoffausgestaltung einnehmen, begründet ist; obwohl ich damit fast schon zu viel sage zu Gunsten der modernen Naturwissenschaft, wenn ich ihr eine solche Erweiterung des Gedankens zuschreibe. Die Naturwissenschaft beruhigt sich hierbei, weil sie über das Wesen der Sprache als des unterscheidenden Kennzeichens des Menschen noch nicht oder noch nicht gründlich genug nachgedacht hat, resp. weil sie darin dem Manko der Philosophie gefolgt ist, womit ich es nun hier zunächst auch noch nicht zu thun habe. Nur insoweit muss ich darauf reflektiren, weil dadurch die ganze Naturwissenschaft unwillkürlich darauf angewiesen ist, den in der Sprache wesentlich begründeten Standpunkt der Personifikation der Naturwesen, der Substanziirung der Naturkräfte und der damit verknüpften Substantivirung der reinen Formal- und Verhältnissbegriffe als den ihren festzuhalten und daher bis zur wahrhaft wissenschaftlichen Aufgabe der denkenden Naturauffassung noch gar nicht durchgedrungen ist und nicht durchdringen kann. Der Mensch wird sich seiner als Individuum nur bewusst, indem er sich als Person in seinem geistigen Sein, welches nicht etwas Formales, sondern eine thätige wirkende Kraft ist, erfasst, und wenn wir nun diesen Begriff der Person und den nur in ihr begründeten Begriff der substanziellen Einheit in der individalisirten Stofferscheinung unbedacht und unbesonnen, wie es bisher geschehen ist, auf die Naturkraft, auf das Naturindividuum übertragen, so sind wir eben über den poetischen Standpunkt der Naturvermenschlichung noch gar nicht hinausgekommen und sind zur wirklichen Aufgabe der Naturwissenschaft noch gar nicht vorgedrungen. Denn diese kommt, insoweit alles, was als Erscheinung im Stoffe auftritt, den Gesetzen der Bewegung im Stoffe, d. i. den mechanischen Gesetzen, unterliegt, mit Notwendigkeit auf den Mechanismus zurück, in dem von Stoffteilen und von einer einheitlichen Beziehung und Wirkung dieser Stoffteile, aber nicht von einer substanziellen Einheit die Rede ist. Der selbstbewusste Mensch beherrscht diesen Naturmechanismus, an den er selbst als leiblich-organisches Wesen gebunden ist, in der Energie seines Geistes und macht ihn zum Werkzeuge seiner Ideen. Wenn man aber nicht anthropomorphistisch diese geistige Energie des menschlichen Bewusstseins auf die Natur, zunächst auf das lebendige Naturindividuum übertragen will, wie es die Sprache und die Poesie mit ihrem Rechte thun und die Naturwissenschaft bisher mit Unrecht gethan hat, so stehen wir an der Frage, wie das im Stoffe gestaltende Individualisationsprincip, welches wir begrifflich als solches doch dem Stoff gegenüber nur formal denken können, als eine solche wirksame Kraft und Energie begreifen können, wie sie in der Wirklichkeit der Naturerscheinung vor uns steht. Wir sind da natürlich und zwar nicht blos vom Standpunkte des Glaubens, sondern auch vom Standpunkte der Vernunft und des Denkens aus auf den Schöpfer angewiesen, und in dieser Reflexion über die nicht vom Menschen gemachte

Naturordnung ist ja wesentlich der Vernunftbeweis für das Dasein Gottes begründet, dem in irgend einer Weise sich kein Denkender entziehen kann. Aber eben das ist dann die wissenschaftliche Frage, wie wir dem durch die exakte Naturforschung herausgestellten Thatbestand gegenüber die Wahrheit des Schöpfungsgedankens aufrecht halten und durchführen können; und wir können es uns durchaus nicht verhehlen, dass gerade die ideale Auffassung, wenn sie von der einen Seite den Schöpfergedanken als das einheitlich die ganze Gestaltung beherrschende Moment dem Verständnisse näher legt, anderseits auch vieles demselben Zuwiderlaufende mit sich bringt. Wir haben vom Kampfe ums Dasein, von einem idealen Zwange, von anomalen, ja widersinnigen Gestaltungen, von Scheinbildungen, von rückschreitender Entwicklung und von allem diesen als wesentlichen Momenten der idealen Auffassung reden müssen, was alles mit dem reinen Schöpfungsbegriff doch schwer vereinbar scheint. — Indem wir somit an den Menschen und seine Stellung auf Erden herantreten, stellen sich uns noch zwei Punkte der Erwägung über den Thatbestand der Natur selbst entgegen, die wir beide unter das richtig gefasste Schlagwort des Kampfes ums Dasein fassen können, der eine im idealen, der andere im empirischen Sinne. Einmal nämlich ist die ganze individualisirende Stoffgestaltung im Makrokosmos und im Mikrokosmos eine Geltendmachung, ein Kampf ums Dasein für das zunächst ja nur formal zu fassende Gestaltungsprincip; die mechanische Stoffbewegung ist die Bedingung, aber zugleich auch das zu überwindende Moment für das gestaltende Princip, wenn dies bis zu dem Punkte sich realisiren soll, wo wir es als den vollendeten Organismus im Menschenleibe in die reale Verbindung mit dem Geiste eintreten sehen. Anderseits zeigt uns die Beobachtung in der Geologie, welche die Zeugnisse der Entwicklung des Organismus im Zusammenhange mit der Entstehung des Erdkörpers aufschliesst, dass dies Werden ein ganz realer Kampf ums Dasein, ein Kampf des Lebens mit dem Tode, der fortschreitenden Entwicklung mit der immer von neuem hereinbrechenden Vernichtung gewesen ist. Den ersten Punkt, die Stoffgestaltung und speziell den Organismus unter dem Gesichtspunkte eines idealen Kampfes ums Dasein des gestaltenden Principes werde ich in diesem Abschnitte ins Auge fassen, indem ich eine ergänzende Zusammenfassung der nun durchgeführten Auffassung der Gestaltung im Makrokosmos und im Mikrokosmos als Wirkung des gestaltenden Individualisationsprincipes gebe. Den zweiten spare ich für den folgenden Abschnitt auf.

Das dem gestaltenden Individualisirungsprincip unterliegende Material ist der atomisirte und durch den Gegensatz des Ponderablen und Imponderablen differenzirte Stoff. Indem ich die Atomisirung und die mit ihr für uns zugleich vorhandene Differenzirung als einen sekundär in den Stoff eingetretenen Process verstehe, durch den also einander entgegenwirkende Bewegungsrichtungen und ein gestörtes Gleichgewicht im empirischen Stoffe motivirt sind, habe ich die mechanische physikalisch-chemische Grundlage für die Erklärung der Naturerscheinung gewonnen. Die Atome, in welche mittelst eines sekundären Schöpfungsaktes partiell, d. h. soweit wie unsere Stofferscheinung reicht, der ursprünglich eine Stoff zerstiebt, sind als solche in der Bewegung, insoweit ja das dem Stoffe an sich nicht eigene Princip der Bewegung das Motiv der Atomisirung ist; ihrer ursprünglichen Stoffnatur nach aber gehorchen sie noch

dem Gesetz der ursprünglichen Einheit des Stoffes, indem sie sich teilweise zu wägbaren Massen (Molekülen) verbinden und so das Gesetz der Concentration, der Schwere, begründen. Die Feststellung der an sich in ähnlicher Weise wie zwischen den Aggregatzuständen des ponderablen Stoffes schwankenden Grenze zwischen diesen nun gegeneinander wirkenden Richtungen der concentrirenden Schwere in dem wägbaren und der auseinandertreibenden Bewegung in dem unwägbaren Stoffe (zwischen Atomen und Molekülen, um diese Terminologie festzuhalten) ist die Grundlage der Schöpfung, der Naturerscheinung im Ganzen. Um diesen Gedanken fassen zu können, muss man den negativen (mathematischen) Sinn des Unendlichen denkend überwunden haben, wie ihn ja die Beobachtung selbst als in sich aufgehoben und überwunden zeigt, indem sie den Blick in den Stoff hinein so gut auf das scheinbar unendlich Grosse, wie auf das scheinbar unendlich Kleine hinaustreibt, also eben dem Denken diese stoffliche Unendlichkeit als einen sich selbst aufhebenden Schein zum Bewusstsein bringt und damit zugleich in dem Realbegriffe des Stoffes an sich oder des Stoffes in der ursprünglichen Einheit, innerhalb dessen wir erst die Atomisirung und Differenzirung des empirischen Stoffes denken können, das Verständniss für die Grundlage der ganzen Naturwissenschaft, für die Lehre von der Erhaltung des Stoffes und der Kräfte, d. i. der Bewegungen gewinnt. Ich erinnere an die früher angezogene Analogie der im Wasser sich concentrirenden Krystallpünktchen, wodurch die Realität des Begriffes Wasser ebensowenig aufgehoben wird, wie durch die Atomisirung die Realität des Begriffes Stoff. — Selbstverständlich ist damit der Begriff des unendlichen Raumes und der unendlichen Zeit beseitigt, da ja Raum und Zeit für unser vorstellendes Denken nur sind, insofern wir ein stoffliches Nebeneinander und in diesem stofflichen Nebeneinander ein Nacheinander der Bewegung haben. Man wird demnach die Entfernung des Begriffes des Unendlichen in Absicht auf Raum und Zeit als den ersten notwendigen Schritt der denkenden Naturauffassung anerkennen müssen. Die Naturerscheinung, der Gegenstand der Naturwissenschaft, liegt wie innerhalb des atomisirten und differenzirten Stoffes, so innerhalb des Raumes und der Zeit; was dahinter und darüber hinausliegt, ist nicht Gegenstand der Naturwissenschaft und kümmert uns zunächst nicht. Damit ist dann überhaupt der Begriff der Grösse und der Quantität als ein freilich nicht irrelevanter, aber doch als ein nur relativer zum Bewusstsein gebracht, der nur, insoweit die Qualität durch die Quantität bestimmt wird, eine durchschlagende Bedeutung für uns gewinnt. Diese Reflexion führt uns aber gegenüber den blos negativen Begriffen von Raum und Zeit auf die Bedeutung der Zahl, als den Begriff, der, wenn er auch nur als ein formaler verstanden werden kann, doch nicht blos negativ, sondern positiv die nächste erkennbare Grundlage der Stoffgestaltung oder Naturerscheinung bildet, und es ist das sicherste Ergebniss der durchgeführten Beobachtung, dass wir auf allen Gebieten auf bestimmbare feste Zahlen hingewiesen werden, die für unsere Erkenntniss den nächsten Grund oder die nächste Bedingung der erscheinenden Wirklichkeit bilden. Was die Töne und die Farben unterscheidet, was die chemischen Verbindungen regulirt, was den Makrokosmos und den Mikrokosmos gestaltet, das müssen wir schliesslich auch als den nächsten erkennbaren Grund des Quantitativen und dürfen wir ohne Zweifel auch als den nächsten Grund des Qualitativen

in der Erscheinung betrachten. Wenn die Sonne an körperlichem Inhalt um so viel Millionen mal die Erde überwiegt, so heisst das doch am Ende nichts anderes, als dass so viel mehr Atome oder Moleküle sich im Sonnenkörper vereinigt haben, und nichts möchte schliesslich uns hindern, die qualitativen Unterschiede und Gegensätze der ponderablen Elemente als in dem Zahlengesetze der Combination der Atome in den Molekülen der Elemente begründet anzunehmen, wobei ich ergänzend bemerke, dass die neuesten Fortschritte in der Chemie in einer solchen Weise auf die Richtigkeit meiner ganzen Auffassung hinweisen, dass diese nun fast ebenso klar von materieller Seite her als die einzig mögliche erwiesen zu werden scheint, wie ich vorhin von Seiten des logischen Denkens aus gezeigt habe. Wenn nämlich der erste Versuch Prouts, im Wasserstoff die reale (materielle) Einheit aller (ponderablen) Elemente in der Art aufzuweisen, dass sie als quantitativ — nach Zahlen — verschiedene Zusammensetzung der Atome zu Molekülen erscheinen, abgewiesen werden musste, weil er auf die unhaltbare Annahme von Atomenbruchteilen führte, so hat doch die fortgesetzte Beobachtung zu Reihen der chemischen Elemente geführt, welche in ihren physikalischen Eigenschaften übereinstimmen und zugleich auf ein festes Zahlengesetz mit Zuhülfenahme eines unbekannten Etwas führen. Z. B. verhält sich Lithium Natrium Kalium wie 7 : 23 : 39, d. i. wenn Lithium = 7 Atomen Wasserstoff, so ist Natrium = 7 + 16 vom unbestimmten Etwas, Kalium = 23 (d, h. 7 + 16) + 16 vom unbestimmten Etwas. Sagen wir statt dessen, alle diese Elemente sind so gut wie der Wasserstoff nur feste Combinationen der gleichmässigen Atome, worin der Urstoff zerstiebt ist, so scheinen wir allerdings dem richtigen Gedanken um einen Schritt näher gekommen zu sein.

Wenn nun aber diese Reflexion auf die Zahl als den nächsten erkennbaren Grund der Erscheinungen des Stoffes in Raum und Zeit uns erst recht in das unermessliche Meer der unbestimmbaren Unendlichkeit zurückzuschleudern scheint, dem wir soeben in dem Scheinbegriffe des unendlichen Raumes und der unendlichen Zeit mit unserem Denken entgangen zu sein wähnten, so bedarf es aber auch nur einer augenblicklichen, ruhigen und klaren Besinnung, um an der Hand der Beobachtung selbst diesem erneuten Angriffe auf unser Denken zu entgehen. Denn ebenso gewiss wie es ist, dass wir mit unserem vorstellenden Denken der Naturerscheinung gegenüber aufs Zählen angewiesen sind, wo wir dann bald die Unmöglichkeit einsehen, der Wirklichkeit der Natur zu folgen, ebenso gewiss ist es ein gesichertes Resultat der Beobachtung, dass es sich für uns, insoweit es um die Wirkung des gestaltenden Individualisationsprincipes ankommt, an deren Gipfelpunkt wir uns gestellt erkennen, nur um die Verwendung der ersten Grundzahlen und ihrer nächsten Combinationen handelt. Die ins Ungeheure gehenden Zahlen sind entweder nur eine Vervielfältigung und Wiederholung von jenen oder, wo sie als solche nicht konstatirt werden können, haben sie auch keine Bedeutung mehr für uns. Ob beim Wasser die acht Moleküle und das eine Molekül Sauerstoff je als ein Atom oder ob jedes Molekül aus einer unbestimmbaren Anzahl von Atomen besteht, ist für mein Denken gleichgültig und stört das Denken in seiner vernünftigen Richtung auf die Erkenntniss des Gesetzes gerade ebensowenig, als ich an dem Gesetze der Schwere irre werde, weil ich seine Wirkung in der Gestaltung etwa des in der Luft

verfliegenden Wasserdampfes nicht verfolgen kann. Dass wir nun durch diese Erkenntniss über das Gebiet der Naturerscheinung hinaus in ein höheres Gebiet gewiesen werden, insoweit wir uns doch sagen müssen, dass die 3, die ich denke, wenn ich die Erde als den dritten in der Reihe der Planeten bezeichne, oder wenn ich im Kubus die typische Krystallform erkenne, oder wenn ich Wasser als die Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnisse von 2 zu 1 konstatire, oder wenn ich in den Monokotylen den Fortschritt der Pflanze über die kryptogamische Stufe signalisire, in dem einen Falle doch nicht eine andere Zahl ist, als in dem anderen, das beachte ich weiter hier noch nicht. Aber die Idee der ganzen Stoffgestaltung und der Organisation insbesondere als eines idealen Kampfes ums Dasein muss uns durch diese Reflexion unmittelbar nahe gelegt sein, sobald wir einmal klar die Illusion von etwas anderem hinter dem Stoffe Wirkenden überwunden haben, als welches wir doch die Zahl als solche nicht fassen können. —

Wenn wir demnach die prätendirte Unendlichkeit der Naturerscheinung nach Raum Zeit und Zahl als einen reinen im Denken zu überwinden Schein erkennen, so kann es nicht die Aufgabe der denkenden Erfassung sein, sich in diesen Schein zu verlieren, sondern die festen Punkte zu erfassen, in denen die Schritte des den Stoff gestaltenden Individualisationsprincipes bis zum Menschen selbst, d. h. hier bis zum leiblichen Organismus des denkenden Menschen hinführt. Als diese festen Punkte erkennen wir erstens die Erde, zweitens die Pflanze, drittens den Menschenleib selbst, wobei die schöpferische Gestaltung des (atomisirten und differenzirten) Stoffes ihren Charakter als eines idealen Kampfes ums Dasein in der Weise sich offenbart, dass diese drei Schritte den Gleichgewichtskampf zwischen der Idee und dem Stoffe und den stofflichen Verhältnissen, in dem und unter denen die Idee ausgeführt werden soll, ausprägen, was wir sehen werden, wenn wir die mit jenen drei Schritten verknüpften Begriffe der Krystallisation, der Zelle und des Tieres nach dem Verhältnisse ihrer idealen und realen Bedeutung und dabei zugleich die Existenzberechtigung des Individuums mit Rücksicht auf seine ideale Bedeutung ins Auge fassen. In der Erde erkennen wir den Punkt im (materiellen) Gleichgewichtskampfe zwischen den Atomen und Molekülen im Ganzen, wo der ponderable Stoff in seinem Verhältnisse zum imponderablen bis zur (realen) Fixirung der Aggregatzustände im Gasförmigen Flüssigen und Festen und im letzteren zur Krystallisation, als der vorbereitenden Grundlage und Vorstufe der Organisation gelangt. Die Erreichung dieses Punktes ist natürlich die absolute materielle Bedingung des ganzen Zieles der Schöpfung, der Darstellung des vollendeten stofflichen Individuums, welches ja ohne diese Grundlage nicht realisirt werden konnte. Der Krystall hat eine ideale Bedeutung als reine Darstellung des stofflichen Individuums, welches in seiner typischen Form (dem Hexaeder) dem negativen Begriffe des (leeren) Raumes einen positiven reellen, d. i. materiellen Ausdruck gibt. Insoweit aber der Krystall erst der erste in seiner nächsten Wirkung erstarrende Schritt des gestaltenden Individualisationsprincipes ist, ist seine ideale Bedeutung im Individuum noch eine mindeste; die Masse der Krystallindividua geht unter in der Bildung der festen Erdrinde, des krystallinischen Urgebirges, welches die Grundlage der weiteren Ausbildung der Erde zur Entwicklungsstätte des Organischen macht. Die Krystallisation ist nur ein Beweis

und ein Anzeichen davon, dass jene Regulirung des Ponderablen in seinem Verhältnisse zum Imponderablen, welche unsern Weltbau begründet und in der Erde als dem dritten in der Reihe der Planeten unseres Sonnensystems die Regulirung bis zum Punkte der (relativ) festen Scheidung des Ponderablen in den drei Aggregatzuständen brachte, das bewusste Werk einer höheren leitenden Macht war, welche an diesem Punkte die Erreichung des Zieles vorbereitete. So hat auch weder die einzelne Zelle an sich, noch das einzelne Tier an sich ideale Bedeutung in dem Gange des den Stoff gestaltenden Individualisirungsprincipes; in einem gewissen Sinne allerdings die Pflanze, insoweit im Individuum die Idee der Pflanze zum Ausdruck kommt, in die der Menschenleib hineingeschoben werden soll. Die Einzelzelle ist nur die reale Grundlage und Vorbereitung des Organismus überhaupt als der Zellverbindung. Das Tier als die vollendete lebendige Stoffverbindung, als der vollendete individuelle Organismus, ist nur die Grundlage und die Vorstufe für den Menschenleib, der, indem er den vollendeten Tierorganismus unter die ideale Form der zwischen Himmel und Erde gespannten Pflanze stellt, das ganze Werk des den Stoff gestaltenden Individualisationsprincipes als die Vorbereitung zu dem Organismus erweist, in dem die Stellung zwischen Himmel und Erde nur das Symbol der Stellung zwischen dem Geisterreiche und dem Stoff, dem Grundgegensatze der ganzen Schöpfung, sein und in dem der Begriff des Individuums in dem der Person seine volle Bedeutung bekommen sollte. —

Wenn ich es demnach unternehme, im Sinne der alten gläubigen Auffassung die Erde nicht freilich als den lokalen oder räumlichen Mittelpunkt, wohl aber als den idealen Beziehungspunkt der ganzen Stoffausgestaltung und den Entwicklungsgang des Individuellen auf Erden von der Krystallisation bis zum Menschenleibe hinauf als den idealen Kampf um die Darstellung des vollendeten stofflichen Organismus, in dem die reale Verbindung des Geistes mit dem Stoffe vorbereitet war, der jetzigen Wissenschaft gegenüber geltend zu machen, so ist es mir so zu Mute, als ob ich jenen Kampf des gestaltenden Principes selbst wieder durchzukämpfen hätte; kann ja doch das richtige Denken nur in dem Erfassen des Schöpfergedankens bestehen.

Insoweit die Masse der Krystallindividuen untergeht in der Bildung der festen Erdrinde, was wir ohne Zweifel im inneren Zusammenhange denken müssen mit der Differenzirung der Urstoffe (das bestimmende Element der Urgebirge ist die ausgezeichnet krystallisationsfähige Kieselsäure) verfällt der erste Schritt des gestaltenden Individualisationsprincipes sofort wieder der allgemeinen Ordnung der Weltkörper, in der die Erde als der dritte in der Reihe der Planeten des Sonnensystemes zu ihrem besonderen Berufe eingetreten ist. Dass wir kein begründetes Recht haben, das, was nun an dieser Stelle sich vollzieht und vorbereitet, zu verallgemeinern, wissen wir; vielmehr könnten wir wohl von dem individuell gestaltenden Gesetze der Krystallisation aus eine nicht so leicht von der Hand zu weisende Vorstellung über die in festen, wenn auch unverständlichen Gestalten zusammenstehend erscheinenden Himmelskörper uns machen und darauf hinweisen, dass ja gerade der Kubus, als die typische Krystallform dadurch, dass er eben den Begriff des einen allumfassenden Raumes repräsentirt den Beweis dafür gibt, dass ein den ganzen Raum umspannender Gedanke diese Ordnung bestimmt hat. In der That, so wie nun auf der Erde die ponderablen Atome zur festen Form des Kry-

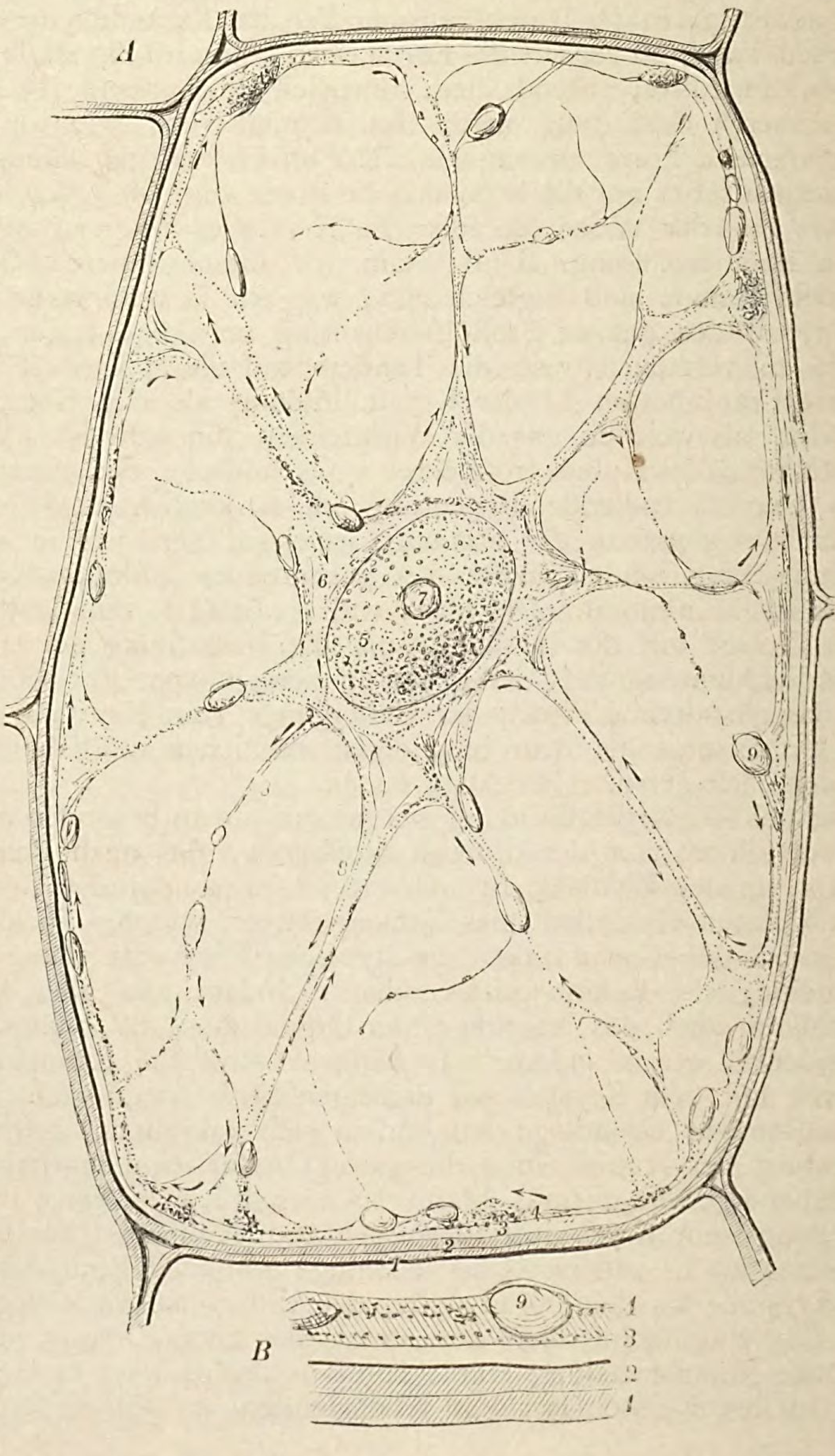
stalles sich fügen, so denke ich mir, dass nicht blos im Sonnensysteme, wo die Sache gewissermaassen leicht sich macht, sondern darüber hinaus in den Sphären der Fixsterne, die wir ja nur als Stoffconcentrationen und Individualisationen betrachtendürfen, ohne ihnen die besondere Bedeutung zu vindiziren, die wir für die Erde begründet erkennen, ein gestaltendes, nur nicht bis zu dem Grad individualisirend gestaltendes Gesetz waltet, wie es bei der Erde durch die erreichte Scheidung des Ponderablen und des Imponderablen und Feststellung der Aggregatzustände und der Elemente in der Krystallisation sich bezeugt. Das Denken nehme ich dabei für meine Auffassung in Anspruch, insoweit ein durch die Quantität und zwar in einseitiger Weise, wie wir gesehen haben, und demnach durch die Vorstellung sich dirigiren lassendes Denken kein richtiges Denken ist. Wenn aber meine Auffassung auf der doppelten Voraussetzung beruht, dass erstens nur bei der Erde als dem dritten in der Reihe der Planeten des Sonnensystemes der Punkt für die Wirksamkeit des gestaltenden Individualisationsgesetzes erreicht war, wo die Krystallisation erfolgen konnte (weshalb soll ich den Schöpfer, der Alles in Zahl Maass und Gewicht gesetzt, nicht nach dem Bilde des Chemikers denken, der die Mutterlauge temperirt, um den Krystall hervorgehen zu lassen?), und dass zweitens unseres Wissens Krystallisation und speziell der Kubus nur auf der Erde sich findet (ob in den Meteoriten Ansätze zur typischen Krystallform vorkommen, weiss ich nicht, ist aber in keinem Falle wesentlich); so lasse ich mich durch den allenfallsigen Einwurf, dass also eine Induktion hier nicht zu gewinnen sei, nicht irre machen, denn in diesem unserem Falle würde ja die Möglichkeit einer Induktion gerade den Schluss aufheben. Dass wir dann aber allerdings den Mut haben müssen, das ganze Himmelsgebäude mit allen seinen Stoffindividualisationen gewissermaassen nur als ein Nebenprodukt, als eine Vorbedingung der Erde als des Punktes, wo das individuell gestaltende Princip ansetzen kann und soll, zu betrachten, darin werden wir schon die Aufgabe des gestaltenden Individualisationsprincipes als Kampf ums Dasein im idealen Sinne empfinden. Das wird uns dann aber anderseits auf der Erde selbst und ihrer Bildung, wie im Gegengewichte gegen diese scheinbare und überwältigende Unermesslichkeit, noch viel fühlbarer gemacht, wenn wir einerseits die Schönheit, man darf sagen, die Herrlichkeit einer solchen individuellen Krystallgestaltung ins Auge fassen und dann anderseits erwägen, wie nur so sparsam diese reine Ausgestaltung zur Geltung kommt, und die ganze ungeheure Wirkung des gestaltenden Individualisationsprincipes in seinem ersten Schritte gewissermaassen nur als Masse verwendet wird, um höhere Bildungen auf Erden vorzubereiten. Und diese Empfindung steigert sich noch zu einem viel höheren Grade, wenn wir über die eigentliche Krystallbildung hinaus unseren Blick gleich schon richten auf die der organischen Welt angehörigen Krystalloidbildungen, die ja in kaum geringerem Maasse als die eigentliche Krystallbildung selbst zum Massenaufbau des Erdkörpers verwendet wird. Ich meine, wer einmal einen sinnenden Blick in die unermessliche Zahl der pflanzlichen und tierischen Krystalloidbildungen mit ihrer ebenso zierlichen als schwer verständlichen Mannigfaltigkeit, welche zum Aufbau des Erdkörpers verwendet sind, geworfen hat, der müsste über die Illusion wenigstens hinwegkommen, dass die Erde deshalb ihre besondere Bedeutung für die Schöpfung verliere, weil sich für den Augenschein das Himmelsgewölbe mit seinen Sternen nur scheinbar um sie als Mittelpunkt bewegt. In

diesem Aufbau der Erde so gut wie in der Gestaltung der »himmlischen« Sphären verliert sich das Denken ins Unendliche, aber doch nur in dem Sinne, wie ich auch den Gestaltungen des verfliegenden Rauches denkend nicht folgen kann.

Auf einen noch tieferen Sinn der Aufgabe des gestaltenden Individualisationsprincipes als eines idealen Kampfes ums Dasein werden wir hingewiesen, wenn wir nun gerade das Moment, welches wir im Krystall als das schlechthin individuell gestaltende erkennen, die Zahl, in ihrem Verhältnisse zur räumlichen Ausgestaltung ins Auge fassen. Obwohl sie das innerlich gestaltende Moment schlechthin ist, insoweit ja keine Körperform anders als in der Durchkreuzung der drei Raumdimensionen zu Stande kommen kann, so verliert die Form doch schon im Krystalle ihren typisch-idealen Charakter, sobald diese innerlich bestimmende Drei zum Princip der äusseren Gestaltung wird; das Tetraeder ist, wie wir wissen, wohl die einfachste Form, worin wir alle Formen zerlegen können, aber ideell genommen ist es nur die hemiedrische Form zum Oktaeder; nur der Kubus realisirt in jeder Weise die Idee des Krystalles als der individuellen stofflichen Raumausfüllung. Und wenn wir diesen inneren Kampf der Zahl mit dem Raume und zugleich nun, was wir ja wenigstens mit Sicherheit ahnen, zu der ganzen Stoffdifferenzirung ins Auge fassen, so vermögen wir ja zu verstehen, wie die Tendenz auf die typische Form die ganze weitere Combination in der Krystallbildung als den Kampf ums Dasein motivirt, als welchen uns die Wirklichkeit ihn aufweist. Wenn aber die Krystallform des Kubus trotz ihrer typisch-idealen Bedeutung doch keineswegs eine überragende Bedeutung im wirklichen Vorkommen hat, so stimmt das genau zu der Stellung, welche dieser erste in seiner nächsten Wirkung erstarrende Schritt des gestaltenden Individualisationsprincipes im Ganzen einnimmt. Die ganz anders direkt in die Gestaltung eingreifende Weise, mit der in der Pflanze die Darstellung der typischen Form im Individuum auftritt, ist genau in dem inneren Fortschritt begründet, den das gestaltende Princip im Uebergange vom Krystalle als dem toten, zum Organismus als dem lebendigen stofflichen Individuum macht, wie wir demnach genauer ins Auge fassen.

Auch die Krystallbildung beruht auf einem besonderen, den Krystall als Individuum von der übrigen Stoffmasse, die nach dem Gesetze der Schwere in den Weltkörpern sich ordnet, aussondernden Gesetze und zwar der absoluten Herrschaft des Zahlengesetzes, welches in der räumlichen Projektion der Grundzahlen die typische Form als die reine stoffliche Darstellung des Raumbegriffes schafft. Indem nun aber kein stoffliches Individuum auch das lebendige, der Organismus, als solches, als stoffliches Individuum, etwas anderes sein kann als stoffliche Raumausfüllung, also insoweit mit dem Krystall auf derselben Stufe bleibt, die Stufe der Krystallisation zur Grundlage hat und in sich aufnimmt, gewinnt die ideale Bedeutung des Kubus einen die ganze Organisation umspannenden Wert; der lebendige Organismus bleibt so wesentlich in einer inneren idealen Beziehung zum Krystalle und speziell zum Kubus als der typischen Krystallform, als er anderseits als lebendige stoffliche Einheit im Gegensatze zum Krystalle als dem toten steht; das Unterscheidende liegt nicht darin, dass das eine mehr oder weniger als das andere etwas anderes als eine stoffliche Raumausfüllung wäre, sondern darin, dass in einem Falle von einer in ihrem ersten Resultate erstarrenden, in dem andern von einer in

ihrem ersten Resultate (der Zelle) eine Stätte, ein Organ, für die fortgehende Wirkung sich schaffenden Bewegung die Rede ist. — Um nun diese einzig im Denken berechtigte exakte Ausführung des Organismus, von der ich behaupte, dass sie bis dahin der Naturwissenschaft noch gar nicht einmal zum Bewusstsein gekommen ist, in ihrer wahren Bedeutung als idealen Kampf ums Dasein endgültig zu constatiren, gehe ich von der Thatsache aus, dass die vollkommene Einzelzelle, deren Bild im vergrösserten Maassstabe ich an dieser Stelle dem Leser vor Augen stelle,



*A.* Eine noch im Wachsen begriffene Zelle aus parenchymatischem Gewebe mit Zellstoffwand (2) Primordialschlauch (3—4) Kerntasche (6) Kernkörperchen (7) und Protoplasmabändern (8). Ueber 1000mal vergrössert. Die Richtung der Körnchenströme durch Pfeile angegeben. *B.* Ein Stück aus der Wandung noch mehr vergrössert. Wände der Nachbarzelle: 1; eigene Zellwand: 2; äussere und innere Hautschicht des Primordialschlauches: 3 u. 4; Chlorophyllkörner: 9.

nur in der Verbindung zum Zellgewebe vorkommt, eine Thatsache, die den Grundgedanken des Organismus, der aber auch der Grundgedanke für den Bestand des Menschen und der Menschheit auf Erden ist, ausspricht, dass ebensosehr das Individuum nur in der Verbindung zu einem Ganzen seine volle Existenz erreicht, als anderseits das Ganze nur aus vollendeten Individuen als solches bestehen kann. Die isolirt bleibenden Zellen sind immer in verschiedenem Grade unvollkommene Zellen, bis zum form- und kernlosen Protoplasmaklümpchen hinab. Wo und insoweit sie als isolirte Zellen doch eine hervorgehobene Bedeutung haben sollen, da wird dies nicht durch innere Ausbildung, sondern durch äussere krystallinische Gestaltung oder Zeichnung angezeigt, wie bei den Diatomeen oder den Pollenkörnern der Phanerogamen oder auch dem Krystallgerüste der Radiolarien, Schwämme u. s. w. Insofern im tierischen Organismus die Einzelzellen nicht so sehr als Teile des Zellgewebes, sondern in und mit diesen als Grundlage der differenten Systeme (Knochen Muskeln u. s. w.) verwendet sind, ist eben auch schon die reine ideale Höhe jenes Grundgedankens überschritten, und den tierischen Organismus würden wir gar nicht verstehen ohne den Grundgedanken des Menschen, in dem die Form des tierischen Organismus wieder unter die ideale Form der Pflanze gestellt wird. Dadurch wird also der Grundgedanke des Organismus nicht alterirt, sondern nur die ganze Organisation ihrem Ziele zugeführt, und dem gegenüber die wirkliche Ausgestaltung im Pflanzenreich und im Tierreich als der Kampf um das zu erreichende Gleichgewicht erkannt, welcher dem Menschen als ideale Bedingung so vorausliegt, wie die Gestaltung des Kosmos der Erde, als der Stelle, wo zunächst die Krystallisation und weiterhin die lebendige Organisation ansetzen konnte. Alle sich isolirende Zellbildung aber verstehen wir vom Begriff des Organismus aus als Auflösung und als ein Moment rückschreitender Entwicklung, als organischen Zerfall, nach Analogie des Zerfalles des ursprünglich einen Stoffes in die Atome. So wie jede Zellbildung vermöge ihrer chemischen Constitution eine Ueberwindung des Zerfalles des Urstoffes in die atomisirten und differenzirten Teile ist mit annähernder oder nachahmender Beziehung zum Urstoff, so ist die Zelle selbst nur der höheren Idee des Organismus mit seinem Zielpunkte im Menschen wegen da. Wie die Realität unserer Naturerscheinung auf dem Zerfall des Urstoffes in die Atome beruht als ihrem Grunde, so steht ihr als Ziel der vollendete Organismus vor, der deshalb durch die Wiedervereinigung erstens der Atome oder vielmehr Moleküle in der Einheit der Zelle, und zweitens der Zellen zur Einheit des Organismus bedingt ist. Dass das Vorkommen einzelliger Organismen im jetzigen Bestande auf Erden in keiner Weise der herrschenden Meinung von einer allmälig fortschreitenden Entwicklung zu höheren Organismen zur Stütze dienen kann, haben wir schon hinlänglich gesehen; auf die Werdezeit werden wir im nächsten Abschnitt kommen; hier will ich noch hervorheben, dass, wenn im tierischen Organismus die isolirt bleibende Einzelzelle in den Blutkörperchen eine wesentliche Funktion im Aufbaue des Individuums hat, was die Compensation der anderen Thatsache ist, dass hier die Einzelzelle in den Zellgeweben zur Bildung der differenten Systeme untergeht, ähnlich wie die individuelle Krystallbildung in den Urgebirgen, dass unter diesen Verhältnissen die weitere Thatsache, dass gerade bei den Säugetieren die Blutkörperchen mehr oder weniger kernlose unvollkommene Zellen sind, durchaus in diesen aufgewiesenen Zusammenhang passt, so

wie wir auch dadurch, dass neben der Zellbildung in den Blutkörperchen auch Krystallbildung im Blute stattfindet, an den grossen Zusammenhang des Ganzen erinnert werden. —

Abgesehen nun von dieser besonderen Ausgestaltung, welche die Zelle, je nachdem sie dem Aufbaue des Organismus dient, oder sich isolirend als ein Moment des Zerfalles erscheint, zeigt, ist jede Zelle als individuelle complicirteste Stoffverbindung in viel höherem Maasse als der Krystall ein Zeugniss für die individuelle Gestaltung als idealen Kampf ums Dasein, was wir empfinden werden, wenn wir erwägen, dass nur durch die Bindung jener Elementarkräfte, deren ungeheure Wirkung in ihrer Lösung uns jetzt durch die Wissenschaft leider nicht ganz zu unserem Heile erschlossen ist, die Erde zu dem Punkt im Weltall, d. i. in der ganzen Stoffausgestaltung hat werden können, wo ein Zellindividuum möglich war, und ich darf an dieser Stelle ja wohl die moralische Bemerkung einfliessen lassen, dass die Sprengstoffe für die menschliche Gesellschaft wohl nimmer die verhängnissvolle Bedeutung bekommen haben würden, die sie gegenwärtig haben, wenn die Naturwissenschaft im richtigen Denken nicht das, was wir auf Erden haben, gedankenlos verallgemeinert, sondern vom höheren sittlichen und Glaubenstandpunkte aus es festgehalten hätte, dass eine Zelle nur begriffen werden kann als Ueberwindung und Bindung jener in der Atomisirung und Differenzirung des Urstoffes begründeten Elementarkräfte an dem Punkte, wo das relative Gleichgewicht zwischen dem Ponderablen und Imponderablen hergestellt war und wo nun eben in der Zelle die Grundlage des Organismus geschaffen werden sollte. Wie daher schon der Krystall keineswegs als ein sozusagen natürliches Produkt jenes jedenfalls für uns unbestimmbaren Gestaltungsgesetzes, welches die nach dem Gesetze der Schwere sich concentrirenden Weltkörper wie die Atome in einer Zelle sich bewegen lässt, betrachtet werden darf, sondern auf einem in die Gestaltung eingreifenden Zahlengesetze, nämlich dem den Raum in seinen drei Dimensionen stofflich projizirenden Individualisationsprincipe, und also, wenn wir nicht gedankenlos an den Zufall appelliren wollen, auf einen über der ganzen Gestaltung stehenden Willen hinweist, so und noch viel mehr ist die Zelle und ihr Dasein als ein unmittelbares Zeugniss dieses die ganze Gestaltung beherrschenden Willens zu verstehen. Jede Zelle als lebendiges stoffliches Individuum ist ein Protest gegen die Zumutung, als könne sie, die nur durch die Bindung aller Stoffdifferenzen besteht, als ein bloses Produkt des Stoffes verstanden werden. Zerlegen kann der Mensch die Kräfte, die in der Zelle schlummern, aber eine Zelle schaffen, das konnte und kann er nicht. Es knüpft sich hieran zunächst die Bemerkung, dass diese innere Widerstandsfähigkeit der Zelle gegen die Stoffausgestaltung im Grossen und Ganzen, im Gegensatze zu dem starren Krystalle, in der weichen elastischen gewissermaassen zwischen den drei Aggregatzuständen schwankenden Constitution der Stoffteile in der Zelle ihren Ausdruck findet oder vielmehr darin begründet ist, eine Bemerkung, die deshalb nicht überflüssig war, weil man in neuerer Zeit anfängt, diese eigentümliche Constitution des Zellstoffes als den vierten Aggregatzustand zu bezeichnen, als ob nicht gerade erst die Ueberwindung der drei Aggregatzustände in ihrem Verhältnisse zum Imponderablen durch das Individualisationsprincip es wäre, was die Zelle in ihrer besonderen Stoffconstitution möglich macht, wobei, wie schon bemerkt, das Wasser seine ganz beson-

dere Rolle spielt. Auch die Quantitätsverhältnisse hängen so unmittelbar mit dem Wesen der Zelle zusammen, dass sie an dieser Stelle am besten in ihrer Bedeutung für die Organisation ins Auge gefasst werden. Die Zelle ist als höchste chemische Verbindung wesentlich ein Kleinstes, nur in wenigen Fällen bis zur Sichtbarkeit mit unbewaffnetem Auge sich erhebend. Quantitativ steht sie demnach dem Krystallindividuum in demselben Maasse nach, wie sie qualitativ, d. i. in dem Grade der chemischen Verbindung ihm vorausgeht. Nun aber ist die Zelle wesentlich zur Zellverbindung im Aufbaue der Organismen bestimmt. So wird das Gleichgewicht in den Grössenverhältnissen wieder hergestellt, und wenn wir hier den richtigen Gesichtspunkt nehmen, so werden wir leicht im Menschen, als dem Zielpunkt der Organisation, den Maassstab für die Grössenverhältnisse der Schöpfung erkennen, wenn wir nämlich unsern Standpunkt im Denken zwischen dem scheinbar unendlich Grossen und dem scheinbar unendlich Kleinen wirklich einhalten. Den Krystall als die noch nicht organische individuelle Stoffverbindung denke ich mir im Gegensatze zu jener Gestaltung der scheinbar ruhenden Weltatome, die den Kosmos constituiren; und wenn dann die Zelle als höhere chemische Verbindung bis unmittelbar ins Kleinste der Atome und Moleküle zurückgreift, so wird durch den Organismus als Zellverbindung eine nun auch den Krystall im Mittel weit übertreffende Ausgleichung der Grössenverhältnisse hergestellt, für die wir durchaus nur den Menschen als Maasstab erkennen können. —

Gehen wir nun auf den Organismus selbst ein, so kommt alles darauf an, dass wir den einen die ganze Organisation vom Moose als dem Repräsentanten der unteren kryptogamischen Pflanzenstufe an bis zum Menschen, dem Ziele der ganzen Organisation, leitenden und beherrschenden Grundgedanken scharf ins Auge fassen, und allein schon, dass eine solche Auffassung, wie ich sie durchgeführt habe, auf Grundlage des Gegebenen und Thatsächlichen möglich ist, beweist die Richtigkeit und Wahrheit des Gedankens. Man muss nur als die wesentlichen Grundzüge im Auge behalten erstens die wesentliche Beziehung der Organisation zur Krystallisation und zum Mechanismus, insoweit kein auch organisches stoffliches Individuum als solches etwas anderes sein kann, als eine individuelle Stoffverbindung oder Raumausfüllung. Zweitens das im Begriffe des l e b e n d i g e n Organismus, der die Bewegung nicht in ihrem ersten Resultate abschliesst, sondern die Bewegung und den Werdeprocess in sich aufnimmt, begründete Eingreifen der Zeit in die Gestaltung, welches sich nun nicht etwa blos in der Gestaltung des Individuums, wie dies ja auch schon, wenn auch nur in verschwindender Weise beim Krystalle der Fall ist, sondern auch in der Vergänglichkeit der Individuen selbst offenbart und die Erhaltung der Gestaltung durch die Erneuerung des Individuums, resp. insoweit der Dualismus bis in die Differenzirung der Zelle als des Elementarorgans sich geltend macht, durch den geschlechtlichen Prozess bedingt. Drittens die Bedeutung der Zahl als gestaltendes Moment, resp. die Ueberwindung der absoluten Bedeutung der Zahl, auf der eben die Krystallisation beruht. Nehmen wir dann hinzu, dass nur die Pflanze in ihrer Urform positiv die ideale Bedeutung hat, als der zwischen Himmel und Erde — wie ich mich hier absichtlich ausdrücken will — gespannte Organismus, und dass das Ziel im Menschen nur dadurch erreicht wird, dass der in der Gliederung, die an sich ein mechanisches Moment

ist, vollendete Tierorganismus aus seiner die spezifische Angehörigkeit zur Erde bezeichnenden horizontalen Lage in die ideale Stellung des Pflanzenindividuums hineingeschoben wird, so sehen wir, wie die ganze Organisation als der Kampf um die Idee, die im Menschen sich realisirt, begründet ist. Was dann die in der Pflanze vermöge ihrer idealen Stellung im Ganzen der Stoffausgestaltung über den Krystall hinausgehende Bedeutung des Individuums als gestaltendes Motiv angeht, so müssen wir uns nur erinnern, dass die vollendete dikotyle Baumform wesentlich die Gegensätze des Wachstums in der Richtung nach Oben und nach Unten, nach Innen und nach Aussen, eben also im Wachstum des Individuums die Bindung und lebendige Ueberwindung jener Richtungen in der Stoffconcentration in sich trägt, welche den Kubus zur typischen Krystallform gestaltet. Wie der Kubus die drei Raumdimensionen in der concentrirenden Stoffansammlung in starrer Form überwunden darstellt, so können wir dem Wachstum der typischen dikotylen Baumform, der vollendeten Darstellung des Individuums, der durchgesetzten Urform der Pflanze, mathematisch die sich durchkreuzenden drei Richtungen im Raume zu Grunde legen.

So schliesst der zweite Schritt des gestaltenden Individualisationsprincipes in der Pflanze an den ersten unmittelbar in seiner Wirkung erstarrenden in der Krystallisation (im Kubus) wieder an, wie wir denn gesehen haben, dass die kubische Kapsel der typischen Moosform den Punkt anzeigt, wo der Mechanismus in die lebendige Entwicklung des Organismus noch so eingreift, dass die erzeugte Generation mit der erzeugenden in eine nur mechanische Verbindung gesetzt das anschauliche Individuum darstellt, in dessen Process in dieser Weise die Darstellung des Individuums und die geschlechtliche Reproduktion in einer unlösbaren Weise verschlungen sind. In der dikotylen Baumform, welche die ideale Entwicklung des Individuums durchsetzt, ist dieser Kampf gelöst und die dem Ziele der ganzen Organisation, dem Menschenleibe, adäquate Form oder Position gewonnen. Das geschieht aber, indem in der Pflanze einerseits die gegliederte Axe und anderseits die Blüte bei Seite geschoben wird, was man versteht, wenn man erwägt, dass einerseits die gegliederte Axe ein mechanisches Moment im Aufbau des Individuums ist und anderseits der geschlechtliche Process auf dem Eingriff des Dualismus in den lebendigen Gestaltungsprocess bis zur Differenzirung des Elementarorganes der Zelle beruht. Indem nun dieser Dualismus zugleich mit dem Mechanismus von dem gestaltenden Principe überwunden, der geschlechtliche Reproduktionsprocess, in welchem das gestaltende Princip seinen Sieg über die Totesnacht des trennenden Dualismus verkündet, so in das Individuum hineinverlegt wird, dass dies nun eben wahrhaft als das eine lebendig gegliederte Individuum (und nicht mehr wie beim Moose als ein aus zwei nur mechanisch verbundenen Individuen) dasteht, so ist damit der ganze das Pflanzen- und Tierreich gestaltende Process als ein Kampf um die Idee eingeleitet, die im Menschen realisirt werden sollte, und wir verstehen den organisch-mechanischen Verband zwischen dem Fötus und der Mutter beim plazentalen Säugetier als den anderen Endpunkt der Entwicklung, die im Moose mit der mechanischen Verbindung des zweiten aus dem geschlechtlichen Process erzeugten Individuums mit dem erzeugenden begann. —

Wie nun von diesem Grundgedanken aus die ideale Auffassung,

welche einerseits an den Stand der physiologischen und morphologischen Forschung anknüpft, insofern diese zu dem sicheren Resultate geführt hat, dass die Entwicklung der Elementarorgane im Organismus durch die typische Gestaltung desselben bestimmt, resp. vorausbestimmt wird, und anderseits den obersten Grundsatz der sogenannten natürlichen Systematik, dass die richtige Bestimmung des Einzelnen in seinem Verhältnisse zum Ganzen durch die Zusammenfassung der Gesammtmerkmale bedingt ist, wahr hält und ausführt mit dem Anspruche, den bisherigen Versuchen, in das Verständniss des Organismus einzudringen, etwas Besseres und etwas Stichhaltiges gegenüberzustellen, das hat die Ausführung gezeigt, die ich hier nur noch durch einige allgemeinere Reflexionen ergänzen will. Ich mache aber als das wissenschaftliche Princip der denkenden Naturauffassung geltend, dass die Form, d. i. die ganze Erscheinung einer jeden Pflanze, eines jeden Tieres, jedes organischen Individuums nicht in dem Sinne des persönlichen selbstbewussten Menschen als ein Individuum verstanden und erklärt werde, sondern als eine Stoff- resp. Zellkombination, welche den Charakter eines lebendigen stofflichen Individuums durch den Anteil vertritt, den es an der vorbereitenden Darstellung der Idee hat, die im Menschen realisirt wird, gerade so wie der Krystall das tote stoffliche Individuum dadurch ist, dass er als Stoffverbindung unter der Herrschaft des seine Form bestimmenden Zahlengesetzes den Begriff oder die Idee des Raumes ausprägt, d. h. zugleich überwindet. So ist die Eiche als Individuum das, was sie ihrem Wesen nach ist, dadurch, dass sie als vollendete dikotyle Baumform das Verhältniss des Individuums zur Blüte durch die monözische in den Geschlechtern nach dem Gegensatze der oberständigen und unterständigen geschiedenen Blüte verteilt ausgeprägt; das ist das ideale Moment, welches das Eichenindividuum vertritt; darum hat es diese innere Struktur des Holzkörpers, diese Form des Blütenstandes und diese Art des Blühens, diese Grundform und Stellung der Blätter u. s. w. u. s. w. Daraus erklärt sich weiterhin auch diese normal von ihr erreichte Grösse, diese Dauer des Wachstums, diese Arten- und Varietätenbildung, bis hinab zur geographischen Verteilung und zur Bedingtheit durch diese oder jene Bodenbeschaffenheit. Ohne das ideale Moment bleibt alles andere äusserlich und Zufälligkeit. Wer das ideale Moment erfasst hat, der hat das Wesen erfasst und weiter gibt es hier kein Geheimniss und kein Rätsel; wie weit wir in der Erfassung des Aeusserlichen und für uns mehr oder weniger zufällig Bleibenden eindringen können, mag dahingestellt sein; aber das ist ein Ignorabimus gleich dem, wonach wir die Sterne des Himmels und die Sandkörner am Meere nicht zählen können. So weit das Erkennen der Erscheinung für uns einen Erkenntnisswert hat, gilt das Ignorabimus nur unserer Trägheit oder unserem Unglauben. Ich kann auch hier schon bemerken, dass, wenn die organischen Individuen ihren Charakter nur durch eine Combination und ein Zusammentreffen der in der Idee der ganzen Gestaltung begründeten Gestaltungs- und Entwicklungsrichtungen bekommen, dann die blutverwandtschaftliche Entstehung in demselben Maasse eine logisch ungedenkbarere wird, als die Form komplizirter ist; es müsste ja dann die betreffende Form durch alle die anderen hindurchgegangen sein, deren besondere Merkmale sie als Erbteil in sich aufgenommen und konservirt hat. —

Die allgemeinste Reflexion nun, die sich aus der gegebenen Aus-

führung ergibt, ist diese, dass die als idealer Kampf ums Dasein verstandene Gestaltung des Organismus in dem Begriffe des Idealen die nur im beständigen Rückschritt zu ihrem Ziele voranschreitende Entwicklung begründet, wo dann aber der an sich, weil der Organismus Zellverbindung ist, das negative Moment der Auflösung vertretende Rückschritt doch anderseits auch wieder eine positive Seite gewinnt, ein formbildendes Princip wird, wie der Schatten sich zum Lichte verhält, oder um das Verhältniss an einem wirklichen Beispiele zu erläutern, wie die Wurzel als absteigende Axe zur emporwachsenden Axe. Zur idealen Urform der Pflanze im rein positiven Sinne gehört nur die emporwachsende blättererzeugende Axe, wie die ohne Wurzel aus dem Vorkeime erwachsende Moospflanze sie darstellt; aber durchgesetzt kann die Idee dikotyl nur werden in der gleichmässig aufsteigend und absteigend wachsenden Axe; daher die Wurzel, obgleich der aufsteigenden blättererzeugenden Axe gegenüber ideal als negativ zu bezeichnen, doch in der Wirklichkeit in ihrer Weise ebensogut positive Bedeutung hat, wie jene. Es wird durch diese Auffassung die allerdings sehr feine, aber gleichwohl durchaus klare und für das richtige Verständniss durchaus unerlässliche Aufstellung nicht allein von prophetischen oder Sammelformen, in denen die in der Differenzirung sich ausgestaltende Idee grundlegend angekündigt wird, sondern auch die Unterscheidung von positiven und negativen, oder voranschreitend und rückschreitend prophetischen Formen begründet, die uns ja am Moose vollständig klar geworden ist. Die Laubmoose und speziell die typische Laubmoosform sind eine voranweisende prophetische Form im eminentesten Sinne; ihnen gegenüber sind die Lebermoose eine rückschreitende Form, welche aber gleichwohl in ihrer Kapselbildung (zweiten Generation) einen deutlichen Hinweis auf Einzelheiten der phanerogamischen Blütengestaltung in sich aufnehmen, deren ganze Idee die Laubmooskapsel prophetisch vorbildet, Es ist nicht möglich, die ideale Auffassung ohne dieses innerste Motiv der Formbildung zu verstehen, während es anderseits gedankenlos ist, die höheren Formen wie aus willkürlicher Zusammenschweissung der niederen und einfachen verstehen zu wollen.

Ich will nun blos noch einzelne ergänzende Reflexionen zunächst mit Beziehung auf den Gegensatz von Pflanze und Tier im Ganzen der Organisation hinzufügen, um zu zeigen, wie viel und wie wesentlich durch diese Auffassung für das wissenschaftliche Verständniss gewonnen wird. Fassen wir zunächst die wohlbegründete Parallele zwischen den Moosen im Pflanzenreiche und den Mollusken im Tierreiche als die typischen Vorformen in der einen und der anderen Organisation noch schärfer ins Auge. Das Moos steht als positiv prophetische Form so vor der ganzen organischen Entwicklung, dass wir erst im Menschen, insoweit in ihm der vollendete Tierorganismus unter die Idee der Pflanze gestellt ist, die Erfüllung dessen sehen, was in ihm prophetisch angezeigt ist. Die Schnecke bleibt ganz dem Verhältnisse des Tieres zur idealeren Stellung der Pflanze gemäss, mit ihrer vorbildenden Bedeutung innerhalb des Tierreiches, und ich will nur noch den einen Punkt hervorheben, wie der langgestreckte horizontal am Boden kriechende Leib (Fuss), in Verbindung einerseits mit den so wunderbar ausgebildeten Fresswerkzeugen und dem ebenso hervorgehobenen geschlechtlichen Process so prägnant diese Stellung der Schnecke ausprägen. Vom Moose und von der Schnecke aus verfolgen

wir dann abwärts rückschreitend und aufwärts voranschreitend eine analoge Entwicklung im Pflanzenreiche und im Tierreiche durch die zu überwindenden Gegensätze einerseits zu dem Ziele der ausgeglichenen Gegensätze und anderseits durch die zerlegenden Gegensätze bis zur Auflösung des Organismus in seine Elementarorgane und Processe gelangend; eine analoge Entwicklung, welche aber nicht eine leere Analogie und eine nichtssagende Wiederholung besagt, sondern die Momente und Stufen des um die Durchführung der einen der ganzen Gestaltung zu Grunde liegenden Idee kämpfenden Gedankens darstellt.

Wenn ich im Pflanzenreiche die vom Moose aus rückschreitende Entwicklung in dem Gegensatze der Flechten und Pilze und ihren Abschluss in den in Einzelligkeit ausgehenden Algen mit der im Tierreiche von den Mollusken aus in dem Gegensatze von Pflanzentieren (Coelenteraten) und Würmern, welche dann über die Infusorien hinaus noch einen Schritt weiter zu den Sarkodetieren zurückgeht, parallelisire und ebenso in der voranschreitenden Entwicklung den Gegensatz der monokotylen Stufe bei den Pflanzen mit dem Gegensatze der Fische und Kerftiere bei den Tieren, so soll darin nur der allgemeine Gedanke aufgewiesen werden, dass die Gestaltung in beiden Reichen in der Weise sich vollzieht, dass von der prophetischen Vorform aus einerseits die nach den Gegensätzen zerlegende, anderseits die Gegensätze überwindende und zur höchsten Stufe voranschreitende Richtung geltend wird. Alles Einzelne gestaltet sich different, je nach dem Grundverhältnisse der beiden Stufen der Organisation, worin dann namentlich auch das Gesetz des Uebergreifens der Formen ineinander begründet ist. Für die Beobachtung mache ich dabei noch ganz besonders auf den Umstand aufmerksam, dass, wenn ich die jetzt acceptirte Methode der theoretischen Ergänzungen durchaus als unberechtigt und unwissenschaftlich verwerfe, mir dagegen in der wirklichen Natur ein überaus mächtiges Hülfsmittel geboten ist durch die Thatsache, dass einerseits das in der Anlage vorhandene in der Entwicklung unterdrückt und zu einem ganz anderen Ziele hinausgeführt und anderseits in der Anlage nicht vorhandene Bildungen durch eine nachträgliche Entwicklung scheinbar ergänzt und ersetzt werden. Ich brauche nur an den dreizählig und sechsknospig angelegten Fruchtknoten der Kupuliferen, der dann zu der einsamigen Eichelfrucht umgeschaffen wird, und anderseits an die scheinbare Blattscheide bei den Polygoneen zu erinnern. Solcher Hinweise ist aber die ganze Entwicklung voll. —

Vor Allem will ich aber jetzt den Gleichgewichtskampf zwischen der pflanzlichen und der tierischen Organisation in Betreff der Ausgestaltung des Individuums und der (geschlechtlichen) Reproduktion abschliessend ins Auge fassen. Ich weiss, dass ich hier einen Blick thue, der den selbst sittlich unwürdigen Spielereien, worin die Wissenschaft sich zu verlieren droht, ein Ende zu machen geeignet ist. Als Ziel müssen wir den den vollkommen gegliederten Tierleib unter die ideale Form des Pflanzenwachstums stellenden Menschenleib fest im Auge behalten. Fragen wir dann, weshalb das den Stoff gestaltende Princip auf dem Umwege durch die Gestaltung des Pflanzenreichs und des Tierreichs zu diesem Ziele kam, so erhalten wir die klare Antwort, dass es sich um die Ueberwindung einerseits des Mechanismus und anderseits des in der geschlechtlichen Differenzirung in die Gestaltung eingreifenden Dualismus handelt,

wobei alles wahre Verständniss davon abhängt, dass wir den geschlechtlichen Process eben in diesem Sinne als die Ueberwindung des in die Gestaltung als ein negatives Moment eingreifenden Dualismus verstehen. Die Menschengestalt können wir uns ideal und rein als solche ohne die geschlechtliche Differenzirung denken, wie ja auch die Entwicklungsgeschichte uns lehrt, dass die organische Differenzirung der Geschlechter nur die differente Entwicklung derselben Anlage ist. Nun findet zwischen pflanzlicher und tierischer Organisation das Verhältniss statt, dass bei der Pflanze, welche den Menschenleib wohl ideal, aber nicht real vorbildet, der geschlechtliche Process als Ueberwindung des Totesmomentes zur Grundlage einer idealen ästhetischen Gestaltung in der Blüte gemacht ist, wie denn hier die geschlechtliche Reproduktion im Allgemeinen keine physische oder organische Notwendigkeit ist, während beim Tiere, welches als vollendeter freier Organismus die unmittelbare reale Vorbedingung und Grundlage des Menschenleibes ist, die hier zu einer organischen Notwendigkeit gewordene geschlechtliche Reproduktion in demselben Maasse, wie sie das ganze Individuum in Anspruch nimmt, als ideal gestaltendes Princip zurückgeschoben ist, und ich weise noch einmal darauf hin, wie in diesem Grundgedanken das innerste Motiv der ganzen Gestaltung der Organisationen ergriffen ist, bei der Pflanze, sowohl das Motiv für die äussere Mannifaltigkeit der Blütenformen, als für die innere, jene fast noch überbietende Mannigfaltigkeit und feine Ausbildung der Struktur in den Baumstämmen; für das Tier die Zurechtlegung der geschlechtlichen Organe im Verhältnisse zur Ausbildung des gegliederten Organismus, deren Funktion dann neben der Ernährung das ganze Leben des Tieres bestimmt. So greifen nun beide Organisationen wie einander ergänzend ineinander über. Wenn die gegliederte Axe im Pflanzenreiche allerdings noch ein zu beachtendes, wenngleich zu überwindendes, Moment der Gestaltung bildet, wogegen im Tierreiche die ungegliederte Axe gar keine Rolle spielt (ausser dass man in einem gewissen Sinne in dem ungegliederten gestreckten Schneckenleibe eine Andeutung davon finden könnte), so entspricht dem die andere Thatsache, dass wohl die tierische Form in der symmetrischen Blüte gestaltend und alterirend in die ideale Bedeutung der Blüte im Pflanzenreiche eingreift, wie anderseits auch die Blütenform in die Gestaltung des Individuums im Tierreiche, dass aber hier nur von Nachahmung der regelmässigen aktinomorphen Blüte die Rede ist. Ein Blütentier, welches die Form einer zygomorphen Blüte darstellte, würde mir eine kaum zu erklärende Erscheinung sein. Warum? Weil es sich hier nicht um Zufälligkeiten, sondern um ein grosses Gesetz der Gestaltung im Kampfe der Organisation um das zu erringende Gleichgewicht handelt, welches in dem eben Bemerkten allerdings auf eine prekäre Höhe hinausgetrieben ist, aber eine solche Menge von Einzelerscheinungen unter einen Gesichtspunkt sammelt, dass es doch als richtig sich bewähren möchte. Wir müssen noch einmal auf die Bedeutung des geschlechtlichen Processes zurückgehen. Ueberblicken wir den ganzen Bestand der geschlechtlichen Vorgänge im organischen Leben, so scheinen wir, abgesehen davon, dass das Zusammenwirken der geschlechtlichen Potenzen zur Neuerzeugung des organischen Wesens der Erkenntniss nach wie vor ein unerschlossenes Geheimniss ist, und dass sich kaum verstehen lässt, wie die in der chemischen Mischung nichts absonderliches darbietenden Zeugungsstoffe an sich eine solche Wirkung haben können, viel mehr als auf die

stoffliche Differenz, auf das formale oder ideale Moment des in der Organisation begründeten Gleichgewichtskampfes in dem atomisirten und differenzirten Stoffe in seinem Gegensatze zum Urstoffe zurückgewiesen zu werden; bei der Pflanze wesentlicher auf die Ausgleichung zwischen dem Peripherischen und Centralen, beim Tiere wesentlicher auf die Ausgleichung in dem Gesetze von Ruhe und Bewegung, was dann in der dem Begriffe der Pflanze angemessenen Weise der Uebertragung des Spermas durch Auswachsen des Pollenkorns, und der dem Begriffe des Tieres angemessenen Weise der Uebertragung des Spermas durch die frei sich bewegende Spermatozoidzelle seinen Ausdruck findet. Wenn wir dann berücksichtigen, dass bei allen phanerogamischen Pflanzen eine unmittelbare Berührung der auswachsenden Pollenzelle mit der Eizelle überhaupt gar nicht und in keinem Falle zu Stande kommt, sondern nur eine Diffusion des Inhaltes vermittelst der Hülfszelle; und wenn wir weiter die Fälle berücksichtigen, wo die ganze Ausbildung des Keimsackes und der Eizelle erst eine Wirkung der Bestäubung ist, unter welchen Fällen Quercus für uns so bedeutsam hervorragt, so möchte für die Pflanze in der That das ideale Moment der Ausgleichung zwischen dem Centralen und Peripherischen in der Blüte als das eigentliche Motiv des geschlechtlichen Processes konstatirt sein. Beim Tiere kommt es dem Charakter des Tieres, als des Individuums in zweiter Potenz, entsprechend zur unmittelbaren Berührung der männlichen mit der weiblichen Zelle, und was hier von sogenannter Parthenogenesis vorkommt, ist nichts anderes, als ein Uebergreifen der der Pflanze noch wesentlich zukommenden Fortpflanzung durch einfache Knospenbildung, wobei es denn bemerkenswert ist, dass im Tierreiche dieses Vorkommen nicht über die Stufe der Fische und Kondylopoden hinaufreicht, sowie anderseits, dass bei den Moosen und höheren Kryptogamen, wo die tierische Weise der Uebertragung durch Spermatozoidzellen stattfindet, im Archegonium die Hülfszelle, wie bei den Phanerogamen, sich noch nicht findet.

Mag nun dieser Hintergrund der ganzen Entwicklung uns noch dunkel bleiben, der Gegensatz in den beiden Organisationen tritt klar und deutlich hervor, dass der geschlechtliche Reproduktionsprocess bei der Pflanze charakteristisch in das Individuum verlegt, beim Tiere charakteristisch auf die Individuen verteilt ist (die Pflanzen normal Zwitter, die Tiere getrennten Geschlechtes sind). Mit anderen Worten, dass der Dualismus, der im geschlechtlichen Gegensatze der Organismen bis zur Differenzirung der Zelle, des Elementarorganes, vordringt, im Tiere das ganze Individuum bestimmend ergreift, wo dann der wahre Sinn dieses Gegensatzes in der Gestaltung darin ausgesprochen ist, dass bei der Pflanze der geschlechtliche Process zur Grundlage einer schönen Gestaltung gemacht ist (in der Blüte), während er beim Tiere mit der negativen Seite der Entwicklung verknüpft, zurückgeschoben und verborgen wird. Wir haben gesehen, wie dieses Verhältniss die ganze Ausgestaltung des Organismus beherrscht, indem die Pflanze nach Ueberwindung des monokotylen Kampfes einerseits in der dikotylen Baumform die ideale Grundform des Individuums und daneben die ideale Gestaltung des geschlechtlichen Reproduktionsprocesses in der Blüte darstellt, das Tier es aber in dem Gegensatze der Huf- und Krallentiere nur bis zur noch zweispaltigen Hindeutung auf die Form des Menschenleibes bringt, welche diesen Gegensatz überwindet, indem sie sich unter die ideale Form des

Individuums im Pflanzenreiche stellt. Ist diese Auffassung richtig, so bezeichnet nicht allein die Diözie im Pflanzenreiche ein Uebergreifen des tierischen Principes, sondern auch die unvollständige (monözische) Blüte und weiterhin alle die Vorrichtungen, welche selbst die vollständige Blüte funktionsmässig mehr oder weniger zu einer unvollständigen machen, die Heterostylie, der Gegensatz von protogynischen und protoandrischen Blüten, sind in derselben Weise aufzufassen und halten dem Uebergriffe das Gleichgewicht, welchen die Form der (aktinomorphen) Blüte in die Ausgestaltung des Individuums im Tierreiche macht. Berücksichtigen wir dann weiter, dass nach dem allgemeinen Grundgesetze der ums Gleichgewicht kämpfenden Gestaltung der Diözie im Pflanzenreiche als das andere Extrem die Gynandrie gegenübersteht, so liegt der Wink zum richtigen Verständnisse ja schon darin, dass nun gerade bei dieser übertriebenen Annäherung der Geschlechtsteile die Funktion organisch unmöglich wird, und wenn wir dann weiter darauf achten, in welcher Weise die Tiere (die Insekten, und zwar nur die Lepidopteren und Hymenopteren) aushelfend in die Funktion eingreifen, so werden wir uns davon überzeugen können, bis zu welchem Grade die ideale Auffassung den Einzelheiten der Beobachtung zu folgen und ihnen gerecht zu werden im Stande ist. Die Orchideen sind, wie wir wissen, vor Allem die Form, wo die die Funktion aufhebende Gynandrie mit der Aushilfe der Insekten bis zur Anpassung von Seiten des Insektenleibes für die Funktion und zugleich mit der Umgestaltung der Blüte zur tierischen Form verbunden auftritt. Wir sehen jetzt, wie dies »Spiel« der Natur motivirt ist. Die Bildung der Orchideen wiederholt sich auf Grundlage desselben Principes in der dikotylen Vorstufe bei den Stylideen, aber nur andeutungsweise; denn hier kommt es nicht zu einer so ausgeführten und überreichen Gestaltung, wie bei den Orchideen. Wir sehen den Grund vollständig ein, wenn wir nur erwägen, dass dikotyl von den Campanulazeen aus, deren anomale Tendenz, die Einzelblüte oberständig zu entwickeln, die Stylideen darstellen, in den Compositen (und Umbelliferen) der Hinweis auf die reine Entwicklung des Individuums in den Cupuliferen (und der typischen Blüte in den Karyophylleen) gegeben, d. i. die normale Entwicklung eingeleitet ist. Erst bei der unterständigen verwachsenblätterigen Blüte, die wir durchaus als rückschreitende Entwicklung verstehen, stossen wir in den Apocyneen wieder auf die den Orchideen analoge und sie innerlich noch überbietende Erscheinung, indem hier auch die Narbe funktionsunfähig ist; aber bei aktinomorpher Blüte und mit wenigstens nicht so auffälliger Beihülfe der Insekten, wie bei jenen. Aber der Gedanke verlässt uns nicht, wenn wir nur uns erinnern, dass den Apocyneen in der unterständigen verwachsenen Blüte die Labiaten gegenüberstehen, bei denen Salvia, indem sie die Vierzähligkeit der Staubgefässe zur Zweizahl steigert, zugleich in der Krone die tierische Rachenform in der ausgezeichnetsten Weise und in den beiden Staubträgern den der Beihülfe benötigten Mechanismus einer Gliederung zeigt, der an die Gliederung der tierischen Axe erinnert. Was bei den Orchideen monokotyl zusammenliegt, die Gynandrie mit Funktionsunfähigkeit, die Anpassung der Insekten und die tierische Gestaltung der Blüte, was dann in der dikotylen Vorstufe nur wieder in Erinnerung gebracht wird, das sehen wir, während in der typischen dikotylen Entwicklung nichts dergleichen vorkommt (ausser der vollständig erklärbaren Andeutung bei den Sterkuliazeen), in

der unterständigen verwachsenen Blüte auf den Gegensatz der Labiaten und der Contorten sich verteilen. — Ich meine doch, dass in diesen Bemerkungen wenigstens der Weg gewiesen sei, den »Spielereien« der Natur einen wissenschaftlichen Sinn abzugewinnen. —

Von einer vollständigen Durchführung kann ja auf den ersten Wurf keine Rede sein; ich will nur noch einige besonders auffallende Erscheinungen berühren und lenke zunächst die Aufmerksamkeit auf die hohlen Formen bei den Pflanzen. Diese sind allerdings eine mehr sonderbare als maassgebende Erscheinung und sicher geeignet, uns wenigstens an die Grenze des Spielens in der Natur zu bringen. Desto überzeugender möchte es sein, wenn wir vom Gesichtspunkte der nun aufgeführten Beziehung von Pflanzenreich und Tierreich aufeinander dieser Erscheinung eine Erklärung abgewinnen können. Die Zelle ist dem Krystall gegenüber wesentlich eine Hohlform, nicht eine leere, sondern eine erfüllte. (Das Protoplasmaklümpchen ist eben deshalb noch keine vollkommene Zelle.) Bildung von Hohlräumen als Bergungsstätten der inneren Lebensorgane ist deshalb dem tierischen Organismus wesentlich (Gastrula- Bauch- Brust- und Kopfhöhle), weil das Tier, der durchgeführte lebendige Organismus, die potenzirte Zelle ist. Bei der Pflanze ist die einzige dieser Bedeutung der Hohlräume beim Tiere entsprechende Bildung der Fruchtknoten, worin wir ja den Zusammenhang leicht erkennen. Wo in der Pflanze leere (nur mit Luft gefüllte) Räume vorkommen, hat dies eine innere Bedeutung für den mechanischen Aufbau des Organismus, wie beim fertigen, sich krystallinisch gestaltenden Zellgewebe und den hohlen Internodien der gegliederten Stengel, was wir dann in den langen hohlen, d. h. markgefüllten Knochen der Extremitäten beim Tiere sich wiederholen sehen. Dem gegenüber sind die Hohlbildungen in den ausgebauchten Formen an der Narbe, an den Staubgefässen, an der Blüte, an den Blättern eine abnorme Erscheinung, die wir früher durch die an der betreffenden Stelle in der Entwicklung begründete Spannung erklärt haben, wie z. B. namentlich die hohle Verbildung der Narbe bei Viola, welche im Gegensatze zu der sich verzweigenden Narbe bei Drosera trotz ihrer excentrischen Plazentation die kopfförmige Narbe der Primulazeen bewahren will, zeigt. Nun gewinnt diese Erklärung aber noch ein vollständigeres Verständniss, wenn wir die Beziehung des Fruchtknotens auf die tierischen Hohlbildungen, also vor Allem auf die schliesslich wichtigste von allen, auf die Gebärmutter der Säugetiere hinzunehmen, was uns allerdings erst vollständig verständlich wird, wenn wir den Menschenleib als den absoluten Beziehungspunkt aller Organisation konstatirt haben. Dann ist uns allerdings die Aussicht auch in jener Spielerei der Hohlbildungen im Pflanzenreiche ein — organisch überschüssiges — Moment des Uebergreifens der Organisationen in einander zu erblicken, in welchem wir die ganze Organisation als den Kampf ums Dasein des idealen Zieles im Menschen erkennen. Sie erscheinen dann als ein Moment des idealen Zwanges, als Formen, die in der That organisch bedeutungslos oder sinnlos sind, wie wir auch schon von den wirklichen Scheinformen gesehen haben, aber an der Stelle, wo sie vorkommen, in der ganzen Gestaltung motivirt. Dabei sei dann noch bemerkt, dass auch in dieser Beziehung die Beihülfe der Insekten in dem Maasse eintritt, wie durch die organische Verbildung die organische Funktion der Blütenteile verhindert ist, wie neben Viola namentlich auch Aristolochia zeigt, wodurch wir auch die

auffallende Bildung bei Nepenthes besser verstehen; ferner, dass dann nicht zufällig Cypripedium den anderen Orchideen gegenüber die Urform der bauchigen Bildungen darstellt. —

Eine viel durchgreifendere und jedenfalls auch viel durchsichtigere Erscheinung als die bauchigen Formen im Pflanzenreiche bieten die sowohl im Pflanzenreiche wie im Tierreiche vorkommenden schiefen Formen, die ungleichmässige Entwicklung und die Verschiebung der Hälften, eine Erscheinung, welche zugleich besonders geeignet ist, dem teleologischen Aberglauben der Blutsverwandtschaftstheorie gegenüber das Recht der idealen Auffassung zu beweisen und den inneren idealen Zusammenhang der ganzen Organisation mit Beziehung auf die typische Krystallform gewissermaassen ad oculos zu demonstriren, der gemäss ich die kubische Gestalt der Polytrichumkapsel mit dem abschliessenden Ziele der ganzen Organisation im Menschenleibe in eine erkennbare Beziehung bringe. Natürlich nicht als ob die kubische Form an sich für die Organisation gestaltend maassgebend sein sollte; sie bezeichnet ja eben nur den Punkt, wo der Organismus den in seine Entwicklung aufs tiefste eingreifenden Mechanismus überwindet; deshalb können natürlich direkt krystallinische und speziell kubische oder auch nur direkt an diese krystallinischen erinnernde Formen neben der kubischen Form der Polytrichumkapsel nur andeutungsweise in der höheren organischen Gestaltung vorkommen, und das ist dann auch in der That ein sehr beachtenswertes Vorkommen, wo die richtige Auffassung eine Menge von Einzelheiten unter einen Gesichtspunkt sammelt. Ich rechne dahin im Pflanzenreiche die kantigen Stengel, die dreiseitigen bei den Riedgräsern, die vierseitigen bei den Labiaten (wobei zu bemerken, dass diese als monokotyl und dikotyl in einem Verhältnisse zu einander stehen möchten, wie die annähernd dreiseitige Seta bei Polytrichum zu der kubischen Kapsel) und die fünfseitigen bei den Cukurbitazeen, wo man auf die Zahlen achten wird. Weiterhin gehört dahin, neben der kubischen Polytrichumkapsel die oktaedrische Form der Antheridien bei Chara; die geometrischen Zeichnungen bei den Diatomeen und der Pollenzellen bei den Phanerogamen. Im Tierreiche die baroken Formen bei den Fischen (Ostracion), die geometrischen Zeichnungen auf dem Schildkrötenpanzer und manches Andere. Man beachte insbesondere noch das Vorkommen der sechsseitigen Bildung in der Krystallisation, den Pflanzenzellen, dem Baue der Bienen, was doch auf ein durchgreifendes Gesetz deutet. Doch das hier nebenbei. Fasst man aber die innere Beziehung der Krystallisation und also speziell des Kubus zur ganzen Organisation ins Auge, so wird schon aus der senkrechten Richtung der Pflanzenaxe und der horizontalen der tierischen klar sein, wie deren Durchkreuzung im Menschenleibe mit der kubischen Form der Polytrichumkapsel in Verbindung steht, wenn ja die ganze Organisation nichts anderes ist, als der Kampf um die Umsetzung des Mechanismus der Krystallisation in die Darstellung des lebendigen Individuums, welcher im Moose seinen Anfangspunkt und im Menschenleibe sein Ziel hat. So verstehen wir, dass die Durchkreuzung der Horizontale durch die Senkrechte, gewissermaassen der mathematische Grundriss der ganzen Organisation ist, wie denn die vollkommene Darstellung des tierischen Organismus in den höchsten inneren Organen, dem Herzen und dem Gehirn, diesen Grundriss zweier sich durchkreuzender Ebenen wieder darstellt.

Um nun auf die ungleichmässige Entwicklung und die Verschiebung

der Hälften zu kommen, so weise ich zunächst darauf hin, dass in der eben hervorgehobenen Beziehung das Gesetz im Pflanzenreiche seine Erklärung findet, dass opponirte Blätter nur mit einer Drehung von 90° vorkommen, während die vollkommene Wirbelsäule bei den Tieren im Gegensatze dazu auf den in derselben Ebene liegenden Seitenfortsätzen beruht. Wir müssen damit in Verbindung bringen, dass die typische Form der Blätter bei den Pflanzen, wie in der Unterscheidung der oberen und unteren, so der rechten und linken Seite die bilaterale tierische Form anticipirt (weshalb die Blumenblätter, die ein spezifisch pflanzliches Moment sind, typisch keinen Mittelnerv haben, wogegen die Staubbeutel unverkennbar das männliche Organ bei den Tieren darstellen). Wenn wir mit diesem Grundgesetze der beiderseitigen Axen die Umlegung der Senkrechten in die Horizontale und dann wieder mit Rücksicht auf den Menschen als Ziel der ganzen Organisation die Aufrichtung der horizontal gelegten Axe und zugleich den Eingriff des geschlechtlichen Reproduktionsprocesses in die Gestaltung (die typische Darstellung der Baumform ist bedingt durch die Ueberwindung wie der Blüte, so der gegliederten Axe, während beim Tiere mit der Durchsetzung der gegliederten Axe die Tendenz, den geschlechtlichen Process als solchen ideal auszugestalten, aufzugeben ist) in denkende Beziehung setzen, so möchten wir wohl den innersten Gedanken der Ausgestaltung der ganzen Organisation erfasst haben, und wir brauchen uns nur des gelegentlich des Baues des Cephalopoden-, resp. des Sepienleibes Gesagten zu erinnern, um uns zu vergewissern, dass wir hiermit auf der von der Natur gewiesenen Fährte sind. Demnach können wir nun das Vorkommen der ungleichmässigen Entwicklung und der Verschiebung der Hälften in beiden organischen Reihen verstehen, wenn wir nur noch hinzunehmen, dass in ihrer Stellung zu einander eine im Begriffe der Organisation als des idealen Kampfes ums Dasein, resp. des Gleichgewichtes, begründete Verschiebung angezeigt ist, die wir mit der Verschiebung im Sonnensysteme, die sich in der Schiefe der Ekliptik, die gleichwohl die Bedingung des ganzen Lebens auf Erden ist, offenbart, in ein wenn auch nicht ursächliches, so doch analoges Verhältniss setzen dürfen. Wir verstehen es, was zunächst das Vorkommen in dem einen und dem andern organischen Reiche angeht, dass die Verschiebung im Pflanzenreiche vor Allem zunächst an den Blättern mit Beziehung auf die Kupuliferen sich einstellt, welche selbst charakteristisch gleichmässige Blätter haben im Gegensatze zu den Ulmen und Linden und dann besonders zu den Begonien, bei denen die Verschiebung noch tiefer, bis in die Kapselbildung, eingreift. Wir verstehen es ebenso, dass die ungleichseitige Förderung des einen der dichotomen Zweige, namentlich bei den Karyophylleen eintritt, aus der sich im weiteren Verfolge die einseitigen dichasischen Blütenstände entwickeln (Schraubel Wickel Fächel Sichel, je nachdem die Seitenaxe quer oder median, und dann entweder an derselben oder abwechselnd auf der anderen Seite der relativen Hauptaxe stehen, wobei also wieder das Grundgesetz im Pflanzenreiche, dass opponirte Blätter nur in der Durchkreuzung vorkommen, wovon das weitere, dass bei wirteliger Stellung die Blätter alterniren, nur eine weitere Folge ist, zur Sprache kommt), und wir verstehen es nicht minder, dass diese Blütenstände zusammen mit der schrägen Zygomorphie in den Blüten an sehr bestimmten Stellen in der Entwicklung vorkommen, wo sie aus der Stellung nachweisbar sind. Wir

können endlich auf die ungleichmässigen Hälften der Diatomeen hinweisen, womit dann nicht zufällig die Ungleichmässigkeit der beiden Cotyledonen bei den Cykadeen übereinstimmt. Im Tierreiche zeigt sich das Vorkommen in der einseitigen Lage der Lungenhöhle bei den Schnecken, dem einseitigen Riechorgane bei den Monorhineen, der ungleichmässigen Entwicklung der Scheeren bei den Krebsen, und dann besonders in der Verschiebung der ganzen Form bei den Schollen. Teratologische Erscheinungen bei den Insekten, namentlich gerade bei den Lepidopteren, die wir unbedenklich als die typische Höhe der Kerftiere im Gegensatze zu den Fischen bezeichnen, dass nämlich die eine Hälfte männlich, die andere weiblich gebildet ist, weisen deutlich auf den Zusammenhang der ganzen Erscheinung mit dem in die ganze Organisation aufs tiefste eingreifenden geschlechtlichen Gegensatz, welcher ja gerade in dem Gegensatze von Fischen und Kerftieren noch nicht die Ausgleichung erreicht hat, die in der Idee des Tieres begründet ist. Ueber der Stufe der Fische und Kerftiere hinaus kommt aber die ungleichseitige Entwicklung nur noch wie in schwachen Anklängen vor, ähnlich wie die Cupuliferen typische Blätter mit gleichen Hälften haben. Ich wage es schon hier, die noch nicht ganz horizontale Lage der ersten Scheidewand in der befruchteten Zelle des Moosarchegoniums und die einseitige Lage der Lungenhöhle bei den Lungenschnecken in Beziehung zu setzen zu dem horizontalen Diaphragma, über dem die Lunge mit ihren beiden Hälften liegt, beim Menschen. —

Es scheint mir auch hier die rechte Stelle zu sein, den um das Gleichgewicht, welches im Menschenleibe erreicht werden soll, kämpfenden Plan der beiden grossen Organisationen, dessen Ausdruck diese Verschiebung der Hälften ist, in der Parallele zwischen den Moosen und Mollusken, auf welche meine ganze Ausführung zurückkommt, noch genauer nachzuweisen. Ich komme zu dem Zweck auf zwei schon gemachte Bemerkungen zurück, erstens dass die Moose in einem viel umfassenderen Sinne der prophetische Protypus der ganzen Organisation bis zum Menschenleibe hin sind, als die Mollusken (Schnecken), die sich innerhalb des Tierreiches halten; zweitens, dass der überschüssige Hermaphroditismus bei den Schnecken in Beziehung steht zu dem Zurückbleiben der Moose in negativer Beziehung hinter den Gefässkryptogamen; d. h. die Moose verlieren, indem sie die tierische Weise der Befruchtung einhalten, ebensoviel an Durchbildung des Individuums, als die Mollusken (Schnecken) über die vorbildende Darstellung des tierischen Organisationstypus hinaus eine nun karrikirte Nachbildung des idealen Hermaphroditismus der Pflanze in das Individuum aufnehmen. Wir sehen, es handelt sich um den Kampf, den die geschlechtliche Reproduktion, d. h. die Ueberwindung der in die Organisation eingreifenden Macht der Zeit und des Dualismus, in der Ausgestaltung des Organismus hervorruft, der im Processe des Mooses, wie wir gesehen haben, noch in seinen Momenten verschlungen liegt und der im Menschenleibe so soll überwunden sein, dass, wie der ganze Menschenleib den entwickelten tierischen Organismus unter die ideale Form des Pflanzenwachstums stellt, so die phychisch-tierische Seite des geschlechtlichen Processes durch die ideale Form der Blüte zum Verständniss gebracht werde. So verstehen wir auch, dass es eine den Heterosporen im Pflanzenreiche entsprechende Stufe im Tierreiche nicht geben kann; dass hingegen die Macht der idealen Blütengestaltung in den aktinomorph gebauten Tieren viel gewaltiger in

die tierische Gestaltung des Individuums eindringt, als umgekehrt die Anklänge an tierische Gestaltung beim Individuum (ich erinnere an die eine Bauch- und Rückenseite unterscheidenden kriechenden Stengel bei den Rhizokarpeen), bei den Gefässkryptogamen. Klarer wird uns das die Geologie zeigen, wenn wir sehen, dass es einerseits das Gebiet der höheren Kryptogamen und anderseits die Cephalopoden sind, wo der eigentliche Knotenpunkt des Kampfes im Uebergange von der Vorstufe zu der höheren Entwicklung liegt. Begründet ist diese ganze kämpfende Entwicklung in der idealeren Stellung der Pflanze in ihrer kosmischen Beziehung, welche das Tier, als vollendete Darstellung des lebendigen Individuums, so in sich aufnimmt, dass diese nur in jener zu ihrem wahren Ziele (im Menschen) kommen kann. —

Ich brauche aber wohl kaum mehr hervorzuheben, dass ich mich mit dieser ganzen Durchführung durchaus innerhalb der realen durch die Beobachtung konstatirten Verhältnisse bewege, welche ich denkend in ihrer inneren Beziehung zu erfassen suche, während die empiristische Auffassung durch einen geringen Bruchteil der ganzen Erscheinung, welcher eine phylogenetische Abstammung der einen Form aus der andern nahe zu legen scheint, sich zu rein willkürlichen in Bezug auf die ganze Gestaltung schlechthin undurchführbaren Voraussetzungen und Theorien verleiten lässt. Ich bemerke in dieser Beziehung noch nachträglich ergänzend, dass die anticipirende Hinweisung der krystallinischen Gestaltung auf die organische ganz dem Grundgedanken entsprechend zwar deutlich vorhanden, aber durchaus nicht in der Art durchgreifend ist, wie die Rückbeziehung dieser im Ganzen auf jene und wie die übergreifende Beziehung der beiden Organisationen aufeinander. Ich denke bei der vorbedeutenden Hinweisung der krystallinischen Gestaltung auf die organische, die überhaupt über das Pflanzenreich nicht hinausreicht, an die Nachbildung von Pflanzenformen beim Gefrieren des Wassers auf glatten Flächen, die pflanzenförmige Krystallisation von Metallen (Antimon), vor Allem aber die innere Struktur vieler Gesteine (z. B. farnwedelähnliche Augitgebilde im Pechstein), welche Bildungen ja noch in neuester Zeit verführerisch genug gewesen sind, um den Ursprung der Organisation in den Meteoriten zu suchen. Auch kann man die gebogenen Flächen gerade bei dem krystallinischen Kohlenstoff denken. Von Uebergängen kann dabei selbstredend keine Rede sein. Auch will ich hier noch bemerken, dass man mit Unrecht meiner Auffassung einen inneren Widerspruch darin vorwerfen würde, dass ich einerseits der Pflanze und anderseits dem Tiere eine nähere Beziehung zum Krystall beizulegen scheine. Die Wahrheit ist, dass zwischen dem Krystall und der Zelle die Fuge liegt, wo das gestaltende Individualisationsprincip, indem es den Umschlag vom Toten (in seiner Wirkung Erstarrenden) zum Lebendigen macht, seine kämpfende Beziehung zur ganzen Masse des atomisirten und differenzirten Stoffes, durchsetzt. Der Krystall stellt das stoffliche Individuum, die stoffliche Raumausfüllung, am exaktesten dar, aber als Totes dem allgemeinen Gesetze des schweren Stoffes Anheimgefallenes. Die Einzelzelle als solche kann nicht die Bedeutung gewinnen, wie die typische Krystallform, sondern ist auf den mit der lebendigen Organisation gegebenen inneren Gegensatz der Entwicklung oder Gestaltung angewiesen, der dann auch jenen scheinbaren Widerspruch in der Beziehung der Pflanze und des Tieres auf die Krystallisation begründet. Deshalb verhält sich auch unser vorstellendes

Denken zum Krystalle wesentlich anders als zur Zelle und zum Organismus, ein Punkt, wo wir in der Schlussbetrachtung wieder anknüpfen werden. —

Einen weiteren bemerkenswerten Gesichtspunkt bildet das der idealen Stellung der beiderseitigen Organisationen entsprechende Auftreten der rückschreitenden Entwicklung. Eine rückschreitende Entwicklung am Individuum, welche also unserer Beobachtung unterliegt, haben wir nur im Tierreiche. (Den Zerfall des Thallus in Zellen bei Flechten können wir kaum hierhin rechnen.) Eine derartige rückschreitende Entwicklung, wie bei den Schwämmen, den Phytozoen, den Manteltieren, wo das Individuum von einem freien tierischen Anfang in ein pflanzenartig sich festsetzendes Individuum umwandelt. oder bei den Cirripeden, wo das krebsartige Tier vollständig zugleich auf die Stufe der Mollusken zurücksinkt, haben wir im Pflanzenreiche nicht. Es entspricht das wieder durchaus der Stellung der beiden Organisationen einmal im Allgemeinen, insoweit das Tier den individuellen Charakter in anderer Weise vertritt, als die Pflanze, und zweitens im besondern eben im Tierreiche eine rückschreitende Entwicklung auf die Stufe des Pflanzenreichs, im Pflanzenreiche höchstens ein Zerfall des Organismus in Zellen motivirt ist. Aehnlich wie bei der rückschreitenden Entwicklung verhält es sich mit dem Parasitismus in beiden Organisationen, der ja auch insoweit mit der rückschreitenden Entwicklung enge zusammenhängt, als er der Idee der reinen Darstellung des Individuums, dem höchsten Ziele aller Organisation, zuwiderläuft. Darin finde ich den idealen Grund dafür, dass alle parasitisch lebenden Organismen physiologisch, im Tierreiche auch morphologisch, rückschreitende Entwicklung haben. Im Pflanzenreiche nun hat die ganze Erscheinung des Parasitismus, dem idealen Charakter der Pflanzengestaltung entsprechend, einen idealen Hintergrund und sie liefert einen nicht unwesentlichen Beitrag in der Durchführung des idealen Systemes. Wenn es, wie ich gezeigt habe, richtig ist, dass parasitische Formen da motivirt sind, wo ein ideales Moment, welches in dem Grundgedanken nicht berechtigt ist, gleichwohl nach dem idealen Zwange zum Ausdruck kommen soll, wie z. B. bei den Loranthazeen die oberständige Blüte in ihrem negativen Verhältnisse zur Baumform, bei den Rafflesiazeen die Blüte überhaupt als das Individuum absorbirend (ein als Blüte gedachtes Individuum ist ein idealer oder logischer Widerspruch; deshalb ist Rafflesia parasitisch), oder als ausgehende Formen wie Monotropa bei den Erikazeen, Orobanche bei den Labiaten, Cuscuta bei den Convolvulazeen, so enthalten die parasitischen Formen offenbar einen überaus klaren Fingerzeig für das Verständniss des Grundgedankens. Eine parasitische Karyophyllee z. B. würde mir allerdings ein gewaltiger Strich durch die Rechnung sein, während ich eine diözische Karyophyllee durch ihre Beziehung zu den Kupuliferen sehr wohl verstehen kann. Ich bemerke noch, dass die parasitischen Formen ihren rückschreitenden Charakter auch darin bekunden, dass sie die unterscheidenden Grundcharaktere in auffallender Weise verwischen. Cassyta, die parasitische Form der Laurineen, und Cuscuta, die parasitische Form der Convolvulazeen, nähern sich in ihrem Habitus in auffallender Weise, ebenso Monotropa Orobanche Lathraea. Einen ganz andern, nicht blos rückschreitenden, sondern geradezu widerwärtigen Charakter nehmen die parasitischen Formen bei den Tieren an, wo sich eine solche positive ideale Beziehung kaum nachweisen lässt. Wir müssen aber

bei der ganzen Erscheinung den Grundgedanken alles Organismus im Auge behalten, wonach ja die Organisation wesentlich auf Zellverbindung, auf Verbindung von Individuen zu einem Ganzen, beruht. Wenn im Parasitismus nicht Zellen, sondern ganze aus Zellen zusammengesetzte Individuen auf einander angewiesen sind, so liegt das doch wesentlich im Princip der Organisation, und wenn die ganze Organisation als ein idealer Kampf ums Dasein zu verstehen ist, so erscheint natürlich ein solches Angewiesensein des einen Organismus auf den andern in demselben mehr entweder positiv oder negativ, aufbauend oder zerstörend, in die Ausführung der Organisation eingreifend, als die individuelle Selbständigkeit in der Organisation durchgeführt ist. Darum reicht der Parasitismus im Tierreiche nicht über die Stufe der Fische und Kondylopoden hinaus, während er im Pflanzenreiche gerade in der Stufe der Dikotylen seinen Hauptsitz hat. Eine Mistel auf einer Eiche, oder eine Rafflesia auf einem Cissus vertragen wir noch; einen Löwen mit einem Stier, oder ein Reptil mit einem Vogel in eins zu verschmelzen, blieb der Phantasie des Menschen vorbehalten. —

Wenn wir nun aber den Parasitismus von dem Grundgedanken der Organisation aus erfasst haben, so führt der Gedanke noch viel weiter. Alle Erscheinungen, die man jetzt unter dem Namen der Symbiose zusammenzufassen anfängt, sind eben nur eine Wirkung des den Organismus gestaltenden Grundgedankens und namentlich weitere Belege der gegenseitigen Beziehung des Pflanzenreichs und des Tierreichs auf einander in freundlicher oder feindlicher Weise, wie es im Wesen der Organisation als des idealen Kampfes ums Dasein liegt. Namentlich gehört dann hierhin das gesellige Leben der Individuen, sowohl schon im Pflanzenreiche, wo wir mit ziemlicher Sicherheit das Gesetz konstatiren können, dass ein umgekehrtes Verhältniss stattfindet zwischen der Mannigfaltigkeit in der Artbildung und der Menge und dem geselligen Zusammensein der Individuen, als ganz besonders im Tierreiche, wo ein ähnliches Verhältniss in Betreff der Grösse und Kleinheit stattzufinden scheint, so jedoch, dass in beiden Reichen auf dem Höhepunkte der Entwicklung eine dem Menschenleben sich annähernde Ausgleichung stattfindet. Doch soll das nicht urgirt werden. Berührt aber habe ich den Punkt, weil er uns schliesslich zu der Erscheinung in der Natur führt, die dem menschlichen Dasein in der täuschendsten Weise nahe tritt, zu dem geselligen Leben der Tiere meine ich, unter denen eine Gemeinschaft in anscheinend fast menschlicher Weise stattfindet. Greifen wir nun auch hier, ehe wir vom Menschen sprechen, auf die ganze Organisation zurück, so ist uns bei der Gestaltung der Pflanze und also auch bei der Bewegung, die wir als die innere uns verborgene oder höchstens nur mikroskopisch wahrnehmbare bezeichnen müssen, unzweifelhaft klar, dass wir das ideale Princip, abgesehen davon, wie wir die Sache erklären sollen, so lange wir in demselben nach naturwissenschaftlicher Berechtigung nur ein formales Moment erkennen, als den nächsten Grund der Bewegung in derselben Weise wie beim Krystalle festhalten müssen. Wenn in der Blüte der Tulpe fünf je dreizählige Wirtel von Blättern nach ihrer Bedeutung als Perigonblätter Staubblätter Fruchtblätter in fester Ordnung sich zusammenstellen, so kann ich in diesem Vorgange wesentlich kein anderes wirkendes Motiv sehen, als wenn die Moleküle zu einem Kubus sich zusammenfügen, um die typische Krystallform darzustellen; der Unterschied liegt nur darin,

dass das einemal Moleküle, das anderemal Zellen dem Zuge der Idee folgen, welche in dem einen Falle die materielle Darstellung des Raumbegriffes in seinen drei Dimensionen, in dem andern die stoffliche Darstellung des Gedankens ist, den die Pflanze und speziell die Tulpe, als die typische Form der dreizähligen Blüte im Pflanzenreiche bezweckt. Die Beobachtung kann über die Erkenntniss nicht hinauskommen, dass diese innere Bewegung, die Zellbildung und Zellgestaltung, unter der Herrschaft der Idee steht, welche die Art repräsentirt, und wir haben gesehen, wie die ganze Gestaltung auf die Idee zurückführt. Das ist dann für das Tierreich ebenso klar und gewiss, wie für das Pflanzenreich, insofern es sich um den Gestaltungsprocess als solchen, die innere Bewegung, handelt. Die inneren Organe, der Gliederbau des ganzen Körpers bilden sich bei den Tieren so gut wie bei den Pflanzen nach der Idee, welche die Form gestaltet, die Art bestimmt, ohne Teilnahme des Individuums, welches ja erst das Resultat der so bestimmten Bewegung ist. Anders aber scheint die Sache zu liegen bei den äusseren sichtbaren Bewegungen, welche bei der Pflanze, die ihrem Begriffe nach im Boden befestigt ist, nur in einzelnen Teilen sich bemerkbar macht (die freie Bewegung der Sporen bei den Algen und der Spermatozoidien bei den höheren Kryptogamen gehört offenbar in das Gebiet der übergreifenden oder zwischen Pflanze und Tier indifferenten Erscheinungen; dass bei den Orchideen im Wachstumsprocesse eine Ortsbewegung der ganzen Pflanze bedingt ist, ist ein weiterer Beitrag zum Verständnisse ihrer Stellung), bei den Tieren hingegen in der Bewegung des ganzen Individuums und in der komplizirtesten Bewegung oder Thätigkeit seiner Glieder, im Gebrauche seiner Sinne und seiner Glieder; was dann in den gesellig und zwar in einer geordneten Gesellschaft lebenden Tieren den höchsten Grad erreicht. Den sicheren Weg des Verständnisses weisen uns aber auch hierfür die freien Bewegungen in den Teilen bei den Pflanzen; die zunächst in dem Umstande, dass sie gerade nur an den Staubgefässen und den Laubblättern vorkommen, einen weiteren Beitrag für das gegenseitige Uebergreifen der Organisationen liefern, was bei den Staubblättern durch ihre Beziehung zum geschlechtlichen Process klar ist, bei den Blättern überhaupt verständlich wird durch die normal bilaterale Bildung, die sich auf die Grundform der tierischen Gestaltung bezieht und daher die Bewegungserscheinung gerade bei den zusammengesetzten Blättern, wie namentlich bei den Papilionazeen, wo sie dann auch wieder mit der tierischen Gestalt der Blüte zusammentrifft, verständlich macht. Das volle Verständniss der Erscheinung, insoweit sie noch ganz innerhalb der Pflanzenentwicklung selbst liegt, gibt uns das früher dargelegte Verhältniss der hygroskopischen Zähne bei Funaria im Gegensatze zu den nicht hygroskopischen Zähnen bei Polytrichum. Nun ist natürlich keine solche Bewegung bei den Pflanzen zusammenzuwerfen mit den Bewegungen bei den Tieren; die Pflanzen haben weder Sinne und Sinneswahrnehmungen, noch Empfindung, noch willkürliche Bewegung, wie wir sie an den Tieren sehen. Die Bewegungen bei den Tieren unterscheiden sich von denen bei den Pflanzen gerade und genau ebenso wie das Tier als der höchst individualisirte Organismus, der nicht blos durch die Form eine einheitliche Zellverbindung darstellt, sondern im Nervensystem und speziell im centralisirten Nervensystem den materiellen Ausdruck und das materielle Organ für die Funktionen dieser einheitlichen Verbindung besitzt; nur müssen wir uns hüten,

wegen der Aehnlichkeit tierischer Bewegungen mit den menschlichen Handlungen jene auf Bewusstsein zurückzuführen, wozu wir nur beim Menschen ein erfahrungsmässiges Recht haben. Das Recht für diese Auffassung liegt darin, dass alle tierischen Bewegungen, auch die kompliziertesten, auf die Art zurückkommen, also an die Organisation gebunden sind und in keiner ein direkter thatsächlicher Beweis für das Bewusstsein im Individuum vorhanden ist, wie er für den Menschen und innerhalb der Menschheit in der Sprache liegt. Dass uns aber die Komplikation und die Unerklärbarkeit dieser tierischen Bewegungen in manchen Erscheinungen nicht irre machen dürfen an dem einzig exakten Wege des Denkens, davor sind wir ja nicht allein durch die im Grundgedanken selbst motivirte Komplikation der organischen Erscheinung gesichert, sondern auch durch die ganz sichere Erkenntniss, dass wir auch bei unumstösslichster Geltung eines Gesetzes dessungeachtet für den einzelnen aus der Kombination der Verhältnisse sich ergebenden Fall doch nicht den Anspruch auf zuverlässige Erklärung erheben und davon die Wissenschaft und das Denken abhängig machen dürfen. Es würde schlimm um das Gesetz der Schwere stehen, wenn wir darauf warten müssten, die Bewegung des aus einem erwärmten Kessel in die Luft zerfliegenden Wasserdampfes nach dem Gesetze der Schwere nachzuweisen. Um zu zeigen, wie weit etwa die ideale Auffassung uns führen kann, will ich zwei Fälle anführen, einen aus dem Pflanzenreiche und einen aus dem Tierreiche.

Die fünfzählige Blüte von Passiflora hat fünf, wie die dreizählige Blüte von Tulipa sechs mächtig hervorgehobene Staubgefässe mit introrsen aufliegenden Beuteln. Bei Tulipa zeigen dieselben keine besondere Bewegung; bei Passiflora drehen sich die Beutel zur Zeit der Reife um, so dass sie nun statt introrsen widersinnig extrors erscheinen. Wir haben gesehen, wie hier diese Bewegung nur der Ausdruck der in ihrer idealen Stellung richtig erkannten Blüte ist. Wie viel komplizirter die Fälle im Tierreich sein können, ohne uns die Möglichkeit des Verständnisses ganz abzuschneiden, möge folgende Beobachtung Schneiders in der zoologischen Beobachtungsstation zu Neapel zeigen. Ein Einsiedlerkrebs (Pagurus Pridauxii), der nach der Eigentümlichkeit seiner Art mit seinem nackten Hinterleibe, der dadurch spiralförmig gewunden erscheint, in dem leergewordenen Gehäuse einer Schnecke steckt, bepflanzt dieses Gehäuse förmlich mit Blumentieren, die er, wenn er sie nicht auf demselben vorfindet, durch eine künstliche Manipulation mittelst seiner Scheere auf dasselbe überträgt. Die Blumentiere gehören nämlich zu seinem Leben, weil sie ihm durch ihre Nesselfäden Schutz gegen seine Feinde, insbesondere die Pulpen (Sepien) gewähren. So komplizirt diese organische den Schein einer überlegten vom Individuum ausgehenden Handlung annehmende Bewegung ist, so glaube ich doch nur auf das in der idealen Auffassung festgestellte Verhältniss der Krebse als einer rückschreitenden Form zu den Mollusken, welches die Einsiedlerkrebse in einer etwas gelinderen Weise darstellen, als die Cirripeden, und weiter der Anthozoen und der Cephalopoden hinweisen zu dürfen, um den Gedanken zu begründen, dass wir auch in einem solchen Falle nichts anderes vor uns haben als eine nur noch ausserordentlich komplizirtere organische Bewegung, als jene Drehung der Staubbeutel bei Passiflora. Ich bin weit entfernt, mehr zu behaupten, als dass die ideale Auffassung uns wenigstens die Aussicht auf die Möglichkeit eines

Verständnisses eröffnet da, wo die bisherige Auffassung vollständig ratlos ist. —

Fassen wir nun die ganze Auffassung kurz zusammen. Die Erde, als der dritte in der Planeten unseres Sonnensystems, ist der Punkt, wo das gestaltende Individualisationsprincip ansetzen kann, um aus der scheinbaren Unendlichkeit des atomisirten und differenzirten Stoffes diejenige lebendige Stoffverbindung, d. h. denjenigen Organismus zu gewinnen, der als der positive Contrepunkt dieser scheinbaren Unendlichkeit in der Synthese mit dem bewussten Geiste das wirklich Unendliche, den Schöpfer, seinen Willen und seine Absichten, erkennen könnte. Der Krystall ist die erste Wirkung des gestaltenden Individualisationsprincipes, welche in ihrer typischen Form die Beherrschung des ganzen (scheinbar unendlichen) Raumes durch das gestaltende Individualisationsprincip bezeugt, zugleich aber, als das in der ersten Wirkung Erstarrende, dass dasselbe einen Kampf ums Leben mit dem Tode unternommen hat. Daher gestaltet sich die lebendige Organisation so, dass nicht in einer Zelle eine typische Form ausgeprägt wird, wie im Kubus bei der Krystallisation, sondern dass die Zellverbindung den Organismus darstellt, der nun, weil einerseits das Moment des blosen Mechanismus und anderseits die Macht der Zeit und die Vergänglichkeit und der in die Reproduktion sich eindrängende Dualismus überwunden werden muss, in dem Gegensatze der beiden grossen Organisationen sich vollzieht, deren Zielpunkte wir nur im Menschenleibe verstehen. Der ideale Kampf im Pflanzenreiche findet seinen Abschluss in der dikotylen Baumform, als dem durchgesetzten Individuum nach der Urform der Pflanze; im Tierreiche in dem vollkommenen Säugetiere, aber nicht in einer Spitze, sondern in dem Gegensatze des Huftieres und des Krallentieres (des Pferdes und des Löwen etwa), welcher Gegensatz dann eben erst überwunden wird in der Form des Menschenleibes, indem der horizontal gestreckte Tierleib unter die ideale Form der Pflanze, des Baumes, gestellt wird. Das ist die reine Darstellung des Individuums im vollendeten lebendigen Organismus. Der Kampf kommt aber hinein durch die geschlechtliche Reproduktion, deren Bedeutung darin liegt, dass sie erstens, insoweit sie überhaupt Reproduktion, Lebenserneuerung, ist, als die Ueberwindung der den lebendigen Organismus über den Krystall hinaus beherrschenden Vergänglichkeit, d. h. der negativen Macht der Zeit, und zweitens, insoweit sie geschlechtliche Reproduktion ist, als die Ueberwindung der ins organische Leben bis zur Differenzirung des Elementarorgans eindringenden Herrschaft des Dualismus erscheint. Darauf, dass bei der Pflanze ihrer idealen Stellung entsprechend der geschlechtliche Process in der Blüte zur Grundlage einer ästhetisch-schönen Gestaltung am Individuum gemacht wird, beruht die Entwicklung des Pflanzenreichs als des Kampfes um die typische Baumform und die typische Blütenform, welche beide den Grundcharakter der direkten kosmischen Beziehung zum Sonnensystem in sich tragen, während beim Tiere in demselben Maasse, wie die geschlechtliche Reproduktion eine organische Notwendigkeit geworden ist, einerseits die ästhetisch-gestaltende Macht desselben am Individuum zurücktritt (der geschlechtliche Process mit der negativen Seite in der Gestaltung des Individuums verknüpft wird), anderseits aber das ganze Individuum unter diese Macht gestellt wird, was dann genau damit zusammenhängt, dass das Tier als Individuum in seiner typischen Gestaltung die kosmische Beziehung der

Pflanze aufgibt und mehr an die irdischen Verhältnisse gebunden ist. So erfassen wir die ganze Thätigkeit des gestaltenden Individualisationsprincipes vom Krystalle an, der durch die Feststellung der Aggregatzustände des ponderablen Stoffes in seinem Verhältnisse zum Imponderablen in der Bildung des Erdkörpers bedingt war, bis zum Menschenleibe, der als ideales Ziel der ganzen individualisirenden Gestaltung vor Augen steht, als ein zusammenhängendes Ganzes, als ein in sich abgeschlossener Kreislauf der Entwicklung und Gestaltung, der in Beziehung auf dies Ziel als ein idealer Kampf ums Dasein erscheint. Und wie Pflanze und Tier sowohl in ihrem Gestaltungsprocesse mit Rücksicht auf den in das Individuum eingreifenden geschlechtlichen Reproduktionsprocess ineinander übergreifen (ich bemerke noch ergänzend, dass gerade die den pflanzlichen Process beim Tiere vermittelnden Organe Magen Lunge Herz central die die tierische Bewegung vermittelnden Systeme, Muskeln Knochen excentrisch angelegt sind, um dann im centralisirten Nervensystem die volle Ausgleichung dieses Gegensatzes zu erreichen), als auch in ihrem Lebensprocess aufeinander angewiesen sind, indem die Pflanze den Sauerstoff ausscheidet, den das Tier braucht, und das Tier die Kohlensäure, die die Pflanze braucht, wobei der Umstand, dass auch die chlorophyllbildenden Pflanzen den Desoxydationsprocess nur am Tage beim Sonnenlicht vollziehen, auf den tiefinneren Zusammenhang hinweist, der in diesem ganzen Stoffwechsel- und Assimilationsprocess, auf dem das Leben der Organismen beruht, mit der Erde, ihrer Stellung im Weltall und ihrer Stoffdifferenzirung stattfindet, und wie dann ferner die ganze Organisation, insoweit kein Organismus als solcher etwas anderes sein kann, als stoffliche Raumerfüllung, in wesentlicher Beziehung steht zum Kubus, als der typischen Krystallform; so können wir in der That, wie wir mit einem Blicke Himmel und Erde überschauen, von dem geistigen Standpunkte aus, den wir jetzt denkend gewonnen haben, die ganze Naturerscheinung auf den einen Process des die Störung, welche durch die Atomisirung und Differenzirung in den Urstoff gekommen ist, relativ bis zu dem Punkt, wo mit dem Menschenleibe das die ganze Erscheinung überschauende und bis auf den Urstoff zurückgehende denkende Princip eintritt, gestaltenden Individualisationsprincipes zurückführen, wo wir dann an der Frage stehen, als was wir dann dieses gestaltende Princip selbst zu denken und wie wir das Verhältniss des denkenden Bewusstseins im Menschen in ihm zu verstehen haben. Die scheinbare Unendlichkeit, weder die räumliche und zeitliche, noch die in der makrokosmischen Gestaltung am Himmel und in der mikrokosmischen auf Erden, genirt uns nicht mehr, nachdem wir denkend das Princip erfasst haben. —

## VIII. Das Werden und die Geologie.

Der ideale Kampf ums Dasein des den Stoff gestaltenden Individualisationsprincipes, als welchen wir die Gestaltung und die Organisation auf Erden vom Krystalle an bis zum Menschenleibe erkannt haben, findet seine gewissermaassen historische und urkundliche Bestätigung in dem Werdeprocess der Erde. Mit diesem Satze spreche ich das Resultat der Geologie aus, die uns in diesen Process einführt und deren Resultat ich mit aller Entschiedenheit für die ideale Auffassung im Gegensatze zum Darwinismus in Anspruch nehme, mit dem ich mich am Schluss dieses Abschnittes genauer auseinandersetzen werde. Zunächst kommt es darauf an, die Hauptresultate der Geologie in klaren Sätzen darzulegen. Es sind die folgenden: 1. Die Bildung des Erdkörpers, resp. der Erdrinde, um die es sich zunächst allein handelt, verläuft zwischen zwei fest bestimmten Punkten, dem krystallinischen noch jeder organischen Spur entbehrenden Urgebirge, oder dem, was uns als solches gelten muss (Urgneiss Urgranit Urschiefer), und dem an den gegenwärtigen Zustand heranreichenden Diluvium oder der quaternären Formation, in welcher mit den höchst entwickelten Organismen der Mensch auftritt. Zwischen diesen beiden Endpunkten verläuft die successive Bildung der Erdrinde in einer langen Reihe von Schichten, welche durch Niederschläge aus dem Wasser (Meere) entstanden, gehoben und wieder gesenkt und durch Hebung von unten in der Weise durchbrochen sind, dass darin ein Kreislauf der Bildung angezeigt ist, welches in der Benennung der primären als paläolozischer, der sekundären als mesozoischer und der tertiären als känozoischer Formation oder Formationsgruppe schon den Zusammenhang der organischen Entwicklung mit der Grundlage derselben in der festen Erdbildung andeutet, wobei nur zu bemerken, dass bei der primären die Grenze zwischen dem azoischen Urgebirge und der paläolozischen Formation immerhin noch nicht sicher festgestelt werden kann. Mit der einen Seite nun, dem Aufbaue der festen Erdrinde und den dabei wirksamen Kräften (der petrographischen und dynamischen Geologie) habe ich es hier wesentlich nicht zu thun, und ich begnüge mich mit wenigen Bemerkungen. Zunächst, dass die erste Bildung der krystallinischen Rinde auf Erden natürlich mit der Feststellung der Grenze zwischen Ponderablem und Imponderablem im Weltall wesentlich zusammenhängt, weil ohne die hier erreichte Scheidung der Aggregatzustände im Ponderablen keine Krystallisation möglich war, dass aber deshalb die Krystallisation noch nicht in der Art das Produkt einer nicht von einer Intelligenz geleiteten Stoff-

bewegung zu sein braucht, dass sie anderswo ebensogut wie auf der Erde hätte stattfinden können; mit anderen Worten, dass wir keinen Grund haben, der laplazischen oder kantischen Kosmogonie uns nicht anzuschliessen, aber auch keinen, sie mit der Schöpfungslehre in Widerspruch zu setzen. Ferner, dass ein Anhalt für eine absolute Zeitbestimmung zwischen jenen beiden Endpunkten der Entwicklung in der Geologie nicht gegeben ist. Ferner, dass der einseitige Gegensatz zwischen Neptunismus und Plutonismus oder Vulkanismus für die jetzige Geologie nicht mehr vorhanden, aber in den Thatsachen der Charakter der Entwicklung als eines Kampfes um ein (relatives) Gleichgewicht ausgesprochen ist. Ferner, dass eben in diesem Kampfe ein sich abschliessender Kreislauf, nicht ein zielloses Sich-Verändern ausgedrückt ist, indem nach der ersten mächtigen Festlandbildung in der archäistischen und paläozoischen Periode in der mesozoischen eine Periode des wieder vorherrschenden Meeres folgt und dann in der tertiären durch die Hebung der mächtigsten Gebirge (Pyrenäen Alpen Karpathen Himalaja Cordilleras) die endgiltig bestehende Gestalt der Erdoberfläche in dem für den Bestand des Lebens auf ihr so entscheidenden Verhältnisse von Meer und Land erreicht wird. Ferner, dass auch die Elementarverhältnisse mit diesem Kreislauf einerseits und mit der Entwicklung der Organisation in ihm anderseits zusammenhängend gedacht werden müssen, wie wir daraus schliessen, dass die ausgezeichnet krystallisirbare Kieselsäure bei der Bildung des Urgebirges und dann wieder bei den Basalten und Trachyten, welche in der Tertiärzeit heraustreten, in der Erdrinde vorwiegt, während der das organische Leben am meisten bestimmende Stickstoff ganz auf die Atmosphäre angewiesen ist, dass in bestimmten Momenten der Kohlenstoff mächtig in die Gestaltung eingreift, das Kali durch den Kalk ersetzt wird u. s. w. Verhältnisse, welche, wie früher bemerkt wurde, mit der chemischen Differenzirung der Elementarstoffe zusammenhängen, die wir sehr wohl als auf die organische Entwicklung berechnet betrachten können. Endlich, dass wir den ganzen Process, die Rücksicht auf den beständigen Untergang der schon gebildeten Organismen mit eingeschlossen, gewiss im eminenten Sinne als einen Kampf des Lebens mit dem Tode, aber doch nicht als einen ziellosen Kampf erkennen, insoweit die untergehenden Generationen in Verbindung mit der durch die Zerreibung und Zermalmung immer feiner werdenden Mischung der Elemente die Bodenbereitung für die nachfolgenden bilden, so dass der Fortschritt der Entwicklung im Organischen mit der Herstellung der materiellen Bedingungen Hand in Hand geht.

2. Die drei Hauptperioden — um nun den Hauptpunkt, die organische Entwicklung ins Auge zu fassen — die paläozoische, welche die silurische, die devonische, die karbonische (Steinkohlen) und die permische Formation umfasst, dann die mesozoische, deren drei Abteilungen, die Trias, die Jura und die Kreide je sich wieder dreifach gliedert (die Trias in bunten Sandstein Muschelkalk Keuper; die Jura in Lias, braune Jura, weisse Jura; die Kreide in untere mittlere und obere Kreide, wo jedoch diese Gliederung wegen sehr vielfacher Untergliederung und besonderen Bildungen nicht so streng festgehalten werden kann) — und dann die tertiäre oder känozoische, diese drei Hauptperioden oder Formationsgruppen also entsprechen in organischer Beziehung dem Entwicklungsgange, den ich nach der idealen Auffassung als den im Wesen der organischen Gestaltung als eines idealen Kampfes begründet aufgestellt habe, und das ist das erste grosse Resultat, welches ich konstatire. Die paläozoische Periode wird organisch — um die

Sache im allgemeinen auszusprechen — charakterisirt durch die Formen im Pflanzenreiche und im Tierreiche, welche ich als die resp. Vorstufe auffasse, also durch die Kryptogamen und die Mollusken, und wenn dies insofern nicht ganz strenge eingehalten ist, als auch hier schon solche Formen vorkommen, welche nach meiner Auffassung der Zwischenstufe angehören, so ist doch der wahre Sinn der Sache darin ganz klar ausgesprochen, dass die Formen der höchsten Stufe in beiden Reichen erst der dritten, der känozoischen Periode angehören. Dass in der paläozoischen Formation noch keine angiospermen Dikotylen und noch keine amniotischen Wirbeltiere vorkommen, sondern diese erst in der tertiären Formation ins Dasein treten, das können wir wohl als ein feststehendes Resultat betrachten, wenn man auch nie vergessen darf, wie unsicher alle solche Resultate in der Geologie sind. Die Zwischenstufen der Entwicklung reichen in beiden Reichen über die mesozoische Periode hinaus, indem Spuren von Monokotylen und sehr reiche Entwicklung von Kerftieren und Fischen auch schon in der paläozoischen Periode vorkommen und natürlich, sowie sie auch jetzt noch leben, in die känozoische hinaufgehen. Eigentümlich ist es dabei für das Pflanzenreich, dass Nadelhölzer, also gymnosperme Dikotylen, die aber nach meiner Auffassung der bis an die Kryptogamen heranreichenden dikotylen rückschreitenden Entwicklung angehören, schon in der paläozoischen Periode vorkommen und zwar viel entschiedener, als die nur in schwachen Spuren auftretenden Monokotylen. Es entspricht dem, dass Amphibien, die nach meiner Auffassung in der rückschreitenden Entwicklung im Tierreiche den Koniferen im Pflanzenreiche parallel stehen, schon in der Kohle und im Perm auftreten. Zunächst wird uns aus dieser ersten grossen Thatsache das einleuchten, dass die jetzt in die wissenschaftliche Geologie aufgenommene darwinistische Annahme von einer zur allmählichen Vervollkommnung aufsteigenden Entwicklung auf sehr schwachen Füssen steht. Es ist so eine allgemeine vage Annahme, wie man sie auf den ersten Blick wohl machen kann, und was daran richtig ist, das bleibt ja auch nach der idealen Auffassung bestehen; aber in welchem Sinne diese aufsteigende Vervollkommnung geschehen ist, das mus eben erst die genauere Beachtung des Thatbestandes ergeben, und der spricht nun in jeder Weise gegen die darwinistische und, wie wir sehen werden, in einer überraschenden Weise für meine Auffassung.

3. Der darwinistischen Auffassung gemäss mussten wir erwarten, dass wenn nun in den untersten Schichten die Organisation mit den einfachsten Formen beginnt, diese successive höheren Platz machen, weil man doch eigentlich nicht begreift, was die einfacheren neben den höher entwickelten noch bedeuten sollen. Statt dessen aber sehen wir, dass viele von den Formen, womit die Organisation für uns beginnt, nicht allein durch die ganze Werdezeit bis in die Gegenwart fortbestehen, sondern sich auch in ihrem Typus weiter entwickeln, und dass, was die schlagendste Hauptsache ist, das Auftreten neuer und das Verschwinden alter Formen nicht regellos, sondern nach einer klar erkennbaren, der idealen Auffassung sich anschliessenden Gesetzlichkeit erfolgt, deren allgemeinstes Princip ich dahin ausspreche, dass die die excessiven Gegensätze und die anomale Ausgleichung derselben ausdrückenden Formen (die letzteren sind die sogenannten Sammelformen) untergehen, hingegen die auf das ideale Ziel hinarbeitenden und den normalen Bestand

darstellenden sich durchsetzen, ein Gesetz, welches, wenn es sich als richtig erweist, offenbar den direkten Beweis für die Richtigkeit der idealen Auffassung liefert.

4. Ob der absolute Anfang der organischen Entwicklung mit dem Tierreiche oder dem Pflanzenreiche gemacht wird, können wir noch nicht entscheiden. Wenn das Eozoon der untersten silurischen oder der laurentischen Formation, was doch immerhin auch jetzt noch wahrscheinlicher ist als beim Bathybius Haeckelii, in seiner wissenschaftlichen Existenz sich behauptet, so würde nach unserer Kenntniss das Tierreich den Anfang gemacht haben, und zu meiner Auffassung würde das vortrefflich stimmen, insoweit derselben gemäss das Tierreich in den Sarkodetieren in der rückschreitenden Entwicklung noch einen Schritt über das Pflanzenreich hinausreicht. Da das Eozoon, wenn es ächt ist, eine Foraminifere von riesenhafter Grösse darstellt, so würde es gegenüber der mikroskopischen Kleinheit der späteren Foraminiferen einen sehr interesanten Beitrag zur quantitativen Entwicklung der Organismen bilden, in welcher Beziehung jedoch dieser Rückschritt niederer Formen in quantitativer Beziehung durchaus nicht ohne Analogie wäre, wie wir sehen werden. Für diese Auffassung spricht übrigens auch die als Recaptaculites getaufte riesenhafte Foraminifere der devonschen Formation.

5. Fassen wir jetzt die paläozoische Periode genauer ins Auge, so müssen wir zunächst beachten, dass ursprünglich, und bis zur devonschen Formation fast ausschliesslich, aus dem Pflanzen- und Tierreiche, nur Meeresbildungen vorkommen. In der devonschen Formation bereitet sich die mächtige Pflanzenbildung vor, welche durch die karbonische Formation bezeugt ist und welche natürlich durch einen relativen Sieg des Festlandes über das Meer bedingt war. Die permische Formation (Dyas) ist wie ein Nachtrag zu dieser ganzen ersten Periode. — Aus dem untersten Gliede, der silurischen Formation, kennen wir aus dem Pflanzenreiche nur Algen, namentlich Fucusarten, unter denen der auffallend gegliedert gebaute Astrophycus durch sein weitverbreitetes Auftreten hervorragt. Sehr viel reicher ist schon in der silurischen Formation das Tierreich vertreten, namentlich zunächst aus dem Gebiete der Schwämme und Korallen (wo ich der Beziehung zum Baue der Mooskapsel wegen Cyathaxonia einem kegelförmigen centralgebauten Korallenstock mit ausgezeichneter Mittelsäule hervorhebe) und der Mollusken, vorzüglich der Bivalven, aus denen ich Lingula als eine Form hervorhebe, welche sich durch die ganze Entwicklung bis in die Gegenwart der Art nach und selbst in ihrer Grösse erhalten hat, im vielleicht bemerkenswerten Gegensatze zu Maclurea, einer Gastropode mit gewundenem Gehäuse, welches aber eigentümlich gebaut ist, links gewunden und so, dass die Spirale auf der flachen Oberseite zu Tage tritt und schon in der silurischen Formation, wo sie erscheint, auch wieder zu Grunde geht. Von den übrigen Formen sind zunächst noch hervorzuheben die rätselhaften Graptolithen, welche massenhaft in der silurischen Formation auftreten und mit ihr wieder verschwinden. Sie werden als Tierstöcke erklärt, in denen eine Menge von Individuen (Zellen) in allen erdenklichen geometrischen Figuren als gerade Stäbe, Doppelstäbe, spiral gewunden in ebener oder pyramidaler Form, strahlenförmig u. s. w. zu einem Ganzen verbunden sind, ein Vorkommen, welches offenbar für das oben aufgestellte Gesetz spricht. Vor Allem wichtig sind uns aber aus der silurischen Formation zwei mächtige Formen, erstens die

silurischen alle den Nautileen angehörenden Cephalopoden, und zweitens die Trilobiten. Die ersteren, welche sich über die paläozoische Periode hinaus durch die mesozoische, wo sie ihr Maximum erreichen, bis in die tertiäre und die Gegenwart fortsetzen, schiebe ich für die spätere Betrachtung zurück. Die Trilobiten, welche im Silur sofort mit ihrem Maximum auftreten, um schon im Devon abzunehmen und in der Kohlenformation für immer zu verschwinden, erscheinen mir aber als eine der allerinteressantesten Formen, die hier ihre Erledigung finden muss. Dieses zu der vom Silur und Devon aus bis zur Kohlenformation siegreich überwiegenden Pflanzen- und Festlandbildung im umgekehrten Verhältnisse stehende mächtige Auftreten und rasche Abnehmen und Verschwinden der so prägnanten Form der Trilobiten ist mir nämlich ein erster überraschender Hinweis auf die Richtigkeit des idealen Verständnisses, was wir erkennen werden, wenn wir uns nur der organisirenden Bedeutung der Dreizahl erinnern, welche der typischen Krystallform innerlich zu Grunde liegt, und dann äusserlich die Gestaltung leitend in den Monokotylen den organischen Fortschritt über den Mechanismus in dem Fortschritt der Pflanzenentwicklung von den Kryptogamen zu den Phanerogamen bekundet. — Die Trilobiten sind eine in der ausgezeichnetsten Weise nach der Dreizahl in der Länge und Quere gebaute Gliedertierform (krebsartig mit grossem Kopfschilde und grossen Insektenaugen). Wenn es nun richtig ist, dass das gestaltende Eingreifen der Dreizahl im grossen Gange der Organisation im Pflanzenreiche ideal den Fortschritt des Organismus über den Mechanismus bedingt und bekundet, so kann das überschlagende Eingreifen der Dreizahl in der tierischen Gestaltung, wie es die Trilobiten zur Schau tragen, nur wie ein Missgriff des gestaltenden Principes erscheinen, was dann das mächtige Auftreten und rasche Verschwinden dieser Form vollständig erklärt, und der Umstand, dass in der Kohlenformation die Form der Trilobiten mit der kleinen Philippsia Abschied nimmt, welche streng neunteilig gegliedert ist, d. h. das Gesetz der Dreigliederung überschlagend zur Anwendung bringt, ist gewiss nicht geeignet, dieser Auffassung, über deren Kühnheit, wenn wir die Entwicklung als Schöpfung betrachten, ich mich an gehöriger Stelle verantworten werde, ein Dementi zu geben. Das Ueberraschende meiner Auffassung wird aber, wie man will, vermehrt oder vermindert, wenn wir nun, einen Schritt weitergehend in der untergegangenen Flora der Kohlenformation, diesem ersten grossen im Devon vorbereitenden Siege des Luftlebens und des Festlandes im Fortgange der Entwicklung über das Meer, ganz dieselbe Erfahrung wie bei den Trilobiten sich wiederholen sehen. Die untergegangenen mächtigen Pflanzenformen des Devon und der Kohlenformation, die Calamiten, Calamarien (gegliederte Stämme mit wirteligen Blättern), Sigillarien und Lepidodendren gehören alle den Formen an, denen die ideale Auffassung kein Recht auf Bestand und Weiterentwicklung zugestehen kann, und wenn die Farne, welche jedenfalls neben diesen eine hervorragende Stelle in dieser ersten Landflora eingenommen haben, bis in die Gegenwart hinein eine so hervorragende Stelle einnehmen, so sind dabei zwei Punkte nicht zu übersehen, erstens, dass die Farne der Urformation sich von denen der Gegenwart weder in der Grösse, noch in der Gestaltung irgendwie wesentlich unterscheiden (ein Umstand, der gewöhnlich übersehen wird), und zweitens, dass die Farne als Vertreter des Blattes in dem Gegensatze der höheren Kryptogamen

ein ganz anderes in die ideale Gestaltung der Pflanze eingreifendes Moment sind, als der Schachtelhalm, der als einseitiges Spitzenwachstum mit gegliederter Axe den Charakter einer ausgehenden Form ebenso ideal in sich trägt, wie er geologisch bezeugt ist. Die Calamiten gehören aber dem Schachtelhalmtypus an, wie die Sigillarien und Lepidodendren den Bärlappen, und, wie ich vermute, die Calamarien dem Charatypus, jedenfalls alle diese Formen dem Gebiete der Heterosporen, welche ebensowenig wie die Schachtelhalme ideal zu einem sich fortentwickelnden Bestande bestimmt waren. In Betreff der Farne möchte es kaum aus ihrem häufigen Vorkommen in dem Hängenden und Liegenden der Kohlenflötze mit Sicherheit geschlossen werden können, dass sie quantitativ einen gleich mächtigen Beitrag zur Bildung der Kohle gegeben haben, wie die untergegangenen Riesenformen der Calamiten Sigillarien und Lepidodendren. Eine besondere Erwähnung verdienen noch die Moose, über die ich vorläufig nur sagen kann, dass ich in den mir zugänglichen Schriften darüber keine Angabe finde. Dass sie gar nicht in der untergegangenen Flora vertreten sein sollten, ist doch kaum zu denken (ich selbst erinnere mich in meiner leider schlecht conservirten Sammlung aus dem flötzleeren Sandstein bei Duisburg den Abdruck eines unfruchtbaren Mooszweiges in der Grösse und Gestalt eines Polytrichum besessen zu haben). Jedenfalls möchten sie noch nicht sehr stark vertreten gewesen sein, was mir wohl verständlich wäre. Fassen wir aber nun die ganze unzweifelhafte und so gewaltige Thatsache ins Auge, so haben wir erstens ein zweites grosses Beispiel für das Gesetz, dass die geologisch (bei mächtigem Auftreten) verschwindenden Formen solche sind, die keine ideale Berechtigung haben, und zweitens werden wir die Bedeutung der Erscheinung nicht verkennen, dass das gestaltende Princip den mit den Trilobiten gemachten Missgriff gewissermaassen wieder gut macht, indem es nun erst der Landflora in der auch noch überschlagenden Entwicklung der höheren Kryptogamen Raum gibt, um so die Entwicklung der Monokotylen einzuleiten, wobei noch zu bemerken ist, dass schon in der Kohlenformation mit den Spuren von Monokotylen auch Insekten vorkommen, bei denen die Sechszahl (die doppelte Drei) in ihrer für das Tierreich normale Geltung eintritt. — Auch kann bemerkt werden, dass die Sigillarien in ähnlicher Weise durch ihre Wachstumsform auf die in der folgenden Periode auftretenden Cykadeen hinweisen, wie wir es jetzt an der Strutiopteris germanica unter den Farnen sehen. — Wir haben nun noch eine Haupterscheinung aus der paläozoischen Periode zu notiren, welche uns zu dem wichtigen Principe der Sammelformen führt, in dem man auch noch in neuester Zeit eine besondere Stütze der darwinschen Theorie zu erkennen meint, aber, wie ich zu zeigen hoffe, sehr mit Unrecht. Schon im oberen Silur treten Formen auf, in denen die Trilobiten gewissermaassen in die Fischform übergehen (Eyrupterus Pterygotus); im Devon wirkliche Fische, die aber noch ganz an Crustazeen, speziell an Krebsform, erinnern, zum Teil auch schon Knochenschuppen haben und sich im Ganzen den Ganoidfischen und den Haien nähern (Asteriolepis Eucephalaspis Coccosteus Osteolepis), die sich dann durch die Kohlenformation und den Perm in die mesozoische Zeit fortsetzen. Schon in der Kohlenformation und weiter im Perm treten dann auch in den Amphibien die ersten luftatmenden Wirbeltiere auf, die Stecocephalen (weil sie in der knöchernen Schädelbildung mit den Ganoiden Aehnlich-

keit haben) oder Labyrinthodonten, welche sich dann im Perm fortsetzen und in der folgenden Periode ihren Höhepunkt erreichen (Branchiosaurus Archaeosaurus Pelesaurus). Alles dieses sind mehr oder weniger Sammelformen. Die Amphibienartigen will ich aber für die folgende Nummer aufsparen, um an den Fischartigen das Verhältniss der idealen und der darwinschen Theorie zu diesen auffallenden Formen aufzuweisen. Wenn man nun die Sache so obenhin ansieht, so gestehe ich zu, dass nichts annehmbarer scheint, als dass wir in diesen monströsen Sammelformen die direkten Ausgangsformen für die sich differenzirenden Formen besitzen, wenn man sich nämlich der Meinung hingeben kann, dass in der Natur wie zufällig solche Formen entstehen, oder dass man, selbst die Entstehung der einen Form aus der andern vorausgesetzt, damit weiter käme, wenn man nicht ein Princip in der Formbildung erkennt. Ist aber einmal dies Bedürfniss des Denkens in uns wach geworden, dann wird man mir zugeben, dass es keinen schlagenderen Beleg für die Richtigkeit der idealen Auffassung geben kann, als diese Formen, welche gewissermaassen wider Willen des idealen Zieles die Vereinigung von Fisch- und Gliedertiertypus zu Stande bringen wollen. Um das in seiner ganzen Bedeutung zu verstehen, muss man freilich den idealen Grundgedanken der Organisation, in diesem Falle speziell den Gegensatz von Fischen und Gliedertieren als das von den Mollusken aus, um zur höchsten Stufe zu kommen, zu überwindende Moment, und dann die Bedeutung der sogenannten Sammelformen im idealen Sinne als rückschreitende oder als prophetische Formen (was vom höchsten Gesichtspunkte aus zusammenfällt) scharf ins Auge gefasst haben. Dass auch diese Formen dann als ein Missgriff oder Versuch des gestaltenden Principes erscheinen, ist der Punkt, worüber ich mich später zu verantworten habe, wenn ich den Schöpfungsbegriff genauer erwägen werde. In Betreff der Fische der paläozoischen Periode ist als ein besonders interessanter Punkt noch zu bemerken, dass sie heterokerk sind; erst im Perm gehen sie, sowie sie den eigentlichen Fischtypus reiner darstellen, zur gleichmässigen Entwicklung der beiden Hälften der Schwanzflosse, die nun senkrecht steht, über. Wenn man erwägt, was früher gelegentlich der Schwimmblase über die Stellung der Fische und dann über die ungleichmässige Entwicklung der Hälften gesagt ist, so wird man die durchgreifende Bedeutung dieses anscheinend geringen Umstandes nicht verkennen. Ich würde es wohl unternehmen, allein an der Geschichte der Schwanzflosse den ganzen inneren Entwicklungsgang zu studiren, wobei dann natürlich die Kreuzung der Horizontalen durch die Senkrechte mit Rücksicht auf die typische Krystallform die Grundlage bildet.

6. Die mesozoische Periode vervollständigt in ihren grossen Hauptresultaten, die ich allein hier im Auge behalten kann, diesen Beweis der Geologie für die ideale Auffassung in der erwünschtesten Weise. Die Hauptthatsache in Betreff des Pflanzenreiches ist das Auftreten der Cykadeen, welche schon in der oberen Trias die Farne Schachtelhalme und Koniferen, die hier allmählich den jetzigen Formen näher kommen, zu überwiegen anfangen, dann in der Jura ihren Höhepunkt erreichen, um in der Kreide allmählich den Palmen und angiospermen Dikotylen (Proteazeen Eichen Juglandeen) Platz zu machen. Dass monokotyle Blütenpflanzen sparsam oder gar nicht bezeugt sind, mag doch auch wohl in der Beschaffenheit der Pflanzen seinen Grund haben; das Auftreten der

Cykadeen aber wird uns vielleicht verständlicher werden, nachdem wir zuvor die tierische Entwicklung der mesozoischen Periode ins Auge gefasst haben. Hier haben wir nun zwei durchschlagende Thatsachen zu verzeichnen, das mächtige Auftreten der Cephalopoden in den Ammoniten, und der Saurier. — Der Entwicklungsgang der Cephalopoden gibt uns in ähnlicher, aber noch grossartigerer und eingreifenderer Weise, wie wir es an den Trilobiten und den Gefässkryptogamen der paläozoischen Periode gesehen haben, eine direkte Bestätigung der idealen Auffassung an die Hand. Sie beginnen, wie oben bemerkt, schon im Silur mit der Abteilung der Nautileen in zahlreichen und zum Teil riesenhaften Formen als gekammerte Gehäuse mit einem centralen Sipho, der bei einzelnen Arten (Ormeceros Huronia) ganz eigentümlich ausgebildet ist. Sie werden hier im allgemeinen als Orthoceratiten bezeichnet, obgleich sie nicht blos gerade, sondern auch gekrümmte und vollständig spiral gewundene Gestalt zeigen. Im oberen Devon kommen dann die Gattung Clymenia mit centralem und die Goniatiten mit dorsalem Sipho als Vorläufer der Ammoniten, welche durch nicht centralen Sipho, aber spirale Windung und gebogene mit blattartig krausen ineinander übergreifenden Scheidewänden der Glieder ausgezeichnet sind, und in der Trias (Muschelkalk) und der Jura eine ungeheure die Formation beherrschende Entwicklung bekommen, um sich in der Kreide freilich noch fortzusetzen, aber dann mit Formen Abschied zu nehmen, welche gegenüber der regelmässig involuten Krümmung der eigentlichen Ammoniten in spiralig aufsteigenden, auseinandergebogenen, unregelmässig gekrümmten Schalen (Turrilites Crioceros Scaphites Hamites Baculites) wieder an den Anfang des Auftretens im Silur zu erinnern. Gleichzeitig gewinnt dann in den Belemniten die Form der Cephalopoden, bei der das äussere Gehäuse immer mehr verschwindet, um einer inneren, die Stelle eines Knochengerüstes andeutenden Kalkausscheidung zu weichen und welche die in der Gegenwart noch mächtig vertretenen Form der Cephalopoden ist (Sepien), die Oberhand. Von Cephalopoden mit einem äusseren Gehäuse existirt jetzt nur noch die Gattung Nautilus, die also wieder an das ursprüngliche Auftreten ererinnert, und die Gattung Argonauta, die durch ihre erwähnten ganz eigentümlichen Verhältnisse ausgezeichnet ist. Die Formen, welche die Kalkausscheidung vom Aeusseren ins Innere verlegen, drücken offenbar am meisten die Annäherung der Cephalopoden an die Stufe der Wirbeltiere aus. Wenn man nun den Kampf zwischen der gegliederten und der nicht gegliederten Axe als Grundzug im idealen Verständnisse der organischen Gestaltung im Tierreiche und Pflanzenreiche erfasst hat, so leuchtet von selbst ein, wie dieser Entwicklungsgang der Cephalopoden in das Verständniss eingreift. Die Verknüpfung der spiralen, speziell der ebenen spiralen Form, welche das Pflanzenwachstum in der Blüte charakterisirt, mit der Gliederung der Axe, welche dem Tierreiche angehört, ist ein ähnlicher Missgriff des organisirenden Principes, wie wir ihn in den Trilobiten gesehen haben und erklärt in derselben Weise das mächtige Auftreten und den Niedergang der Form. Diese Auffassung gewinnt, je genauer man die Sache ansieht. Beachten wir nur, wie auf dem Höhepunkte der Entwicklung in den Ammoniten die ausgezeichnetste ebene Spiralwindung mit dem an die Blattform erinnernden Uebergreifen der Glieder zusammentrifft. Es tritt darin eben das Widersinnige hervor, was der Form den Untergang bereitet, und ich möchte hier der Gasteropode

Maclurea gedenken, welche schon im Silur mit einem solchen ebenen Gewinde auftritt, aber auch dort zu Grunde geht. Zu beachten ist ferner die Bedeutsamkeit des entweder centralen oder nicht centralen; und dann entweder ventralen oder dorsalen Sipho, wenn man den charakteristischen Gegensatz des bei den Fischen dorsalen, bei den Gliedertieren ventralen Hauptnervenstranges in Betracht zieht. Ganz auffallend treten hier ferner und namentlich auch wieder in Beziehung auf die Kondylopoden feste Zahlen maassgebend auf. Alle untergegangenen Formen der älteren Zeit, Goniatites und Ammonites mit eingeschlossen, gehören den Tetrabranchiaten an, von denen in der Gegenwart nur die Gattung Nautilus, die zum Teil auch schon ihr Gehäuse im Mantel verbirgt, übrig geblieben ist. Die Dibranchiaten aber scheiden sich nach der Anzahl der Arme in Dekapoden (bei denen dann zwei Arme besonders hervorgehoben sind) und Oktopoden, wogegen die bei den Gliedertieren in den Insekten so deutlich den hervorgehobenen Höhepunkt bezeichnende Sechszahl hier gar nicht auftritt, die, wie wir uns erinnern, bei den Anthozoen noch eine bedeutende Rolle spielt. Mit Beziehung auf diese festen Zahlen und namentlich auf die bei den Dibranchiaten und wieder bei den Dekapoden so hervorgehobene Zweizahl, welche ja in jeder Weise die höchste tierische Gestaltung bestimmt, möchte es nicht zu kühn sein, sich durch das bei den Ammoniten vorkommende rätselhafte zweiklappige Gebilde des Aptychus selbst an die Samenblätter der Dikotylen erinnern zu lassen, worauf dann auch die zwei merkwürdig ausgebildeten Arme bei Argonauta hinweisen. Wenn man dann die den Dekapoden angehörende Gattung Belemnites mit ihren wie zu einer Rückenwirbelsäule umgewandelten inneren Gehäuse (Fragmoconus), welche im Jura und besonders in der Kreide allmählich die Ammoniten überwiegt, betrachtet, so hat man gleichsam handgreiflich diese Umwandlung der gegliederten Axe zur Grundlage der tierischen Organisation vor Augen, welche nach meiner Auffassung die Organisation zum idealen Kampfe ums Dasein gestaltet. — Fassen wir aber jetzt erst, um das an diesem Punkte zu erweisen, die andere Hauptsache der mesozoischen Periode, das Auftreten der Meeressaurier ins Auge. Die Saurier fangen, wie wir wissen, schon in der Kohlenformation an mit den Stegocephalen oder Labyrinthodonten, um sich dann im Perm, durch die Trias in der Jura zu ihrem Höhepunkte in den gewaltigen Meeressaurien, namentlich Ichthyosaurus und Plesiosaurus, zu entwickeln. Dabei ist nun besonders bemerkenswert, dass jene älteren Formen entschiedener als die jüngeren dem Lande angehörigen und luftatmende Amphibien (mit zwei Gelenkfortsätzen) sind, während die Saurier der Jura dem Meere angehören und in besonders ausgezeichneter Weise sogenannte Sammelformen sind (Mastodontosaurus mit Frosch- und Reptilienmerkmalen, Plesiosaurus und Ichthyosaurus mit Saurier- und Fischmerkmalen, Mosasaurus mit Saurier- und Schlangenmerkmalen, Nothosaurus mit Krokodil- und Eidechsenmerkmalen, Iguanodon und die übrigen Dinosaurier mit Eidechsen- Krokodil- Vogel- und Säugetiermerkmalen, Pterodactylus mit Saurier- und Vogelmerkmalen, Archaeopteryx mit Vogel- und Reptilienmerkmalen, Ichthyornis und Odontornis, Vögel mit Reptilienzähnen und zum Teil Fischwirbeln; siehe Credner, Geologie, S. 605). Dass mit dieser Steigerung des Charakters der Sammelform ein gesteigerter Beweis nicht für, sondern gegen die blutsverwandtschaftliche Abstammung der Formen gegeben ist, davon wird man sich bei einigem Nachdenken leicht überzeugen; hier würde ja,

wie früher im allgemeinen bemerkt ist, die Blutsverwandtschaft geradezu eine den Begriff und die Wirklichkeit zerstörende Potenz werden, wenn man annehmen müsste, dass jede dieser Formen die betreffende andere, deren Merkmal sie als Erbstück an sich trägt, durchgelebt haben müsste, um zu ihrer vergänglichen Existenz zu gelangen, und dazu bedenkt, dass die höheren Formen, deren Merkmale die Sammelformen an sich tragen, zur Zeit der Existenz dieser noch gar nicht vorhanden waren, da sie ja erst aus dieser entstanden sein sollen. Geht man dagegen davon aus, dass diese Sammelformen ein notwendiges Moment der idealen Auffassung sind, die man demgemäss zugleich als rückschreitend und prophetisch verstehen muss, so werden wir erkennen, dass wir mit diesen beiden Hauptthatsachen der mesozoischen Periode, der höchsten Entwicklung und dem dann erfolgten Rückgange der Cephalopoden und der höchsten Entwicklung und dem dann erfolgten völligen Untergange der Meeressaurier, die dann der höchsten Stufe Platz machen, in der That den vollsten Beweis für die Schöpfung nach idealer Auffassung in Händen haben. Indem die Ammoniten den widersinnigen Versuch, die tierische gegliederte Axe unter das Gesetz der pflanzlichen Entwicklung zu stellen, und gleichzeitig die tierische Organisation den entschiedenen, aber in dieser Weise unhaltbaren Umschwung zu der höchsten Entwicklung nimmt, so ist damit der Punkt bezeichnet, wo die ganze Organisation die entschiedene Wendung zu dem höchsten die Gegensätze zur Ausgleichung bringenden und das letzte Ziel (den Menschen) unmittelbar vorbereitenden Schritt thut. Die ganze Organisation sage ich; denn was das Tierreich angeht, so müssen wir nun noch die weitere Thatsache hinzufügen, dass gleichzeitig mit diesem in den Ammoniten und Säugetieren bezeichneten Umschwunge die Säugetiere in ihrer untersten Form, den Beuteltieren, ihr Dasein bezeugen, was dann, wenn es eines solchen noch bedarf, ein weiterer direkter Beweis für die Gedankenlosigkeit des Darwinismus ist. (Dass wir von den Monotremen noch keine Spur haben, ist jedenfalls wohl nur ein zufälliger Umstand; vermutlich werden sie noch älter sein als die Beuteltiere.) Aber nicht allein dies, sondern nun werden wir auch im Stande sein, das gleichzeitige Auftreten der Cykadeen im Pflanzenreiche richtig zu verstehen, wenn diese ja (rückschreitend-prophetisch) den tiefsten Punkt bezeichnen, von wo aus mit der Differenzirung zwischen Monokotylen und Dikotylen und der eben darin gegebenen Differenzirung der Phanerogamen und Kryptogamen das Pflanzenreich seine Gestaltung gewinnt. Wenn sich uns dann vorhin die Frage aufwarf, wie wir uns nach unserer Auffassung die Thatsache erklären sollen, dass die Koniferen, als die spezifische Rückschrittsform der Dikotylen, entschieden vor den Cykadeen auftreten, so finden wir eine Analogie wenigstens zunächst darin, dass die entschieden amphibienartigen älteren Saurier den Meersauriern vorausgehen. Vielleicht werden wir später noch tiefer in diese Verhältnisse eindringen können.

Ich ergänze zunächst noch einige bemerkenswerte Umstände. Die von den Meeressauriern herrührenden Koprolithen beweisen durch ihre Spiralwindung, dass dieselbe im Baue des Darmes mit den Haien und Stören übereinstimmten, d. h. mit der noch unvollkommenen, die Differenzirung von Fischen und Kondylopoden noch nicht vollziehenden Fischform, welche gleichwohl in vielen Beziehungen den Säugetieren näher steht, als die vollkommene Fischform. Es ist das ein weiterer Zug zur

vollständigen Erfassung des Wendepunktes der Entwicklung in der mesozoischen Periode. Was die Zusammenstellung des centralen dorsalen oder ventralen Sipho bei den Cephalopoden mit dem bei den Fischen dorsalen, bei den Kondylopoden ventralen Hauptnervenstrange angeht, die ja insoweit ganz unberechtigt erscheint, als der Sipho mit dem Nervenstrange nichts zu thun hat, so will ich noch einer besonderen Eigentümlichkeit der Meeressaurier Erwähnung thun, des gegliederten Knochenringes um das Auge bei ihnen, um den Gedanken auszudrücken, dass Bildungen von ganz verschiedener Bedeutung an ihrer Stelle im Fortgange der ganzen Organisation eine innere Beziehung aufeinander haben können. Im vollkommenen Auge ist die Iris von zwei Muskeln umgeben, die zusammenwirkend die unwillkürliche Erweiterung und Verengung des Sehloches bewirken, den Sphinkter, der zirkulär die Pupille umgibt, und den Dilatator, der mit radialen Fasern der Verengung entgegenwirkt. Jener Ring beim Ichthyosaurus und seinen Collegen ist wie eine unvollkommene Andeutung dieser Bildung. In diesem Sinne konnte ich auch den Sipho der Cephalopoden auf den Nervenstrang bei den Fischen aus Condylopoden beziehen. — Was dann die anderen Tierformen angeht, so will ich noch besonders von den Mollusken das massenhafte Auftreten der Hippuriten in der Kreide erwähnen, zweischaliger Muscheln, bei denen die Schalen teils mehr oder weniger in die gewundene Form hineingezogen (Caprotina), teils zu kolonienweise zusammenwachsenden umgekehrt kegelförmig stehenden und oben mit einem Deckel (der zweiten Schale) versehenen Röhren umgebildet werden. Dies mit dem Rückgange der Ammoniten in der Kreide und der Umwandlung zu den unvollkommenen Formen zusammentreffende Vorkommen deutet auf denselben Punkt der Entwicklung. Die zweischaligen Muscheln werden hier widersinnig in die Richtung der gewundenen Form hineingezogen, die den Ammoniten den Untergang bereitet, und indem so eine niedere Form in die höhere wieder eingreift, was dann ganz zusammenstimmt mit dem massenhaften Auftreten der Foraminiferen und Korallen gerade auch wieder in der Kreide und dann weiter im Tertiär, so sehen wir deutlich, dass in der Entwicklung nicht ein gerade aufsteigender Fortschritt, sondern ein gleichmässig im Fortschritt und Rückschritt das Ziel des Ganzen im Auge habenden Plan bezeugt ist, wobei dann das massenbildende Auftreten sowohl der Hippuriten als der Foraminiferen und Korallen nach den früher gemachten Bemerkungen seine gute Bedeutung hat. Dieser ganze Kampf zwischen der gegliederten Axe und der gewundenen Form wird es denn auch verständlich machen, mit welchem Rechte gerade das Abwerfen des spiralen Gehäuses bei den höchst entwickelten luftatmenden Schnecken den Höhepunkt der tierischen Vorstufe bezeichnet.

7. So kommen wir dann zur tertiären Periode, welche ähnlich wie die drei Glieder der mesozoischen Periode von der älteren Geologie nach dem Gesichtspunkte der grösseren Uebereinstimmung namentlich der Molluskenformen mit denen der Gegenwart dreifach als Eocän Miocän und Pliozän abgeteilt wurde, wobei schon die hervorragende Bedeutung gerade der Mollusken für den Entwicklungsgang der tierischen Organisation, die ja auch den Begriff und Terminus der Leitmuschel bewirkt hat, sowie auch das zu bemerken ist, dass nicht etwa mit dem Fortschritte zu höherer Entwicklung die untere gewissermaassen vergessen wird, sondern dass die Entwicklung nach dem Werte ihrer idealen Bedeutung in

allen Gruppen gleichmässig voranschreitet. Die Mollusken, welche anderseits durch die kleine Lingula von der paläozoischen Periode bis in die Gegenwart hinabreichen, erreichen ebensogut ihre höchste Entwicklung erst in der Tertiärzeit und der Gegenwart, wie die Säugetiere, und ganz dasselbe gilt im Pflanzenreiche von den Moosen und höchsten Dikotylen. Die genauere Beobachtung hat sich genötigt gesehen, zwischen dem alten Eocän und Miocän noch eine Periode als Oligocän einzuschieben, so dass man jetzt vier oder richtiger nur zwei Perioden im Tertiär unterscheidet als Alttertiär (Eocän und Oligocän) und Jungtertiär (Miocän und Pliocän), und das scheint das der Natur entsprechende zu sein, indem das Eocän sich ebenso unmittelbar der oberen Kreide anschliesst, wie das Pliocän in das Quaternär und die Gegenwart übergeht. Im Tertiär nun sehen wir einerseits durch die jüngsten Hebungen und Eruptionen die jetzige Configuration der Erdoberfläche in der Verteilung von Meer und Land durch die Gliederung der Continente und damit das Verhältniss des Meeres zum Süsswasser nach anfangs, wie die vereinzelten Niederschläge zeigen, noch lokal wechselnder Herrschaft des einen und des andern, sowie die Feststellung der klimatischen Verhältnisse, wie die Eiszeit am Schlusse der Tertiärperiode zeigt, angebahnt und anderseits das organische Leben im Pflanzenreiche in den Dikotylen, im Tierreiche in den Säugetieren zur höchsten Stufe der Entwicklung hinausgeführt, so jedoch, dass, wie gesagt, die unteren Stufen nach dem Maasse ihrer idealen Bedeutung für das Ganze nicht vernachlässigt und vergessen werden. Dabei walten nicht allein dieselben Gesetze des Kampfes und der Ausgleichung in den Grössen- und Formverhältnissen, sondern es wiederholen sich in der Tertiärzeit die Vorgänge der ganzen Erdbildung in einerseits zwar mehr und mehr lokalisirter, anderseits aber auch gesteigerter und geschärfter Weise. Wie die paläozoische Periode mit der Eruption der Porphyre und Melaphyre in der permischen Formation abschliesst, welche die mesozoische unmittelbar vorbereitet, so folgt auf das Eocän, das unterste noch unmittelbar an die Kreide sich anschliessenden Glied der Tertiärzeit, mit der Eruption der Trachyte und Basalte die mächtigste Gebirgserhebung, welche die neuen Verhältnisse feststellt und bestimmt. Wie das Ende der paläozoischen Periode in der überwiegenden Landpflanzenbildung der Kohlenzeit und den ersten Wirbeltieren den Anfang zum Ausgleiche der inneren Gegensätze der Organisation zeigt, so findet diese jüngste Erhebung, nachdem der innere Kampf der Organisation, wie wir gesehen haben, in der mesozoischen Periode durchgekämpft ist, in den Pflanzen und Tieren des Eocän, welches ebensogut als das Ende der mesozoischen wie als der Anfang der Tertiärzeit betrachtet werden kann, eine auf der Höhe der Entwicklung angelangte Pflanzen- und Tierentwicklung vor. Die Entwicklung schreitet dann aber in der Tertiärzeit in der Weise fort, dass wir noch deutlich genug, obgleich die Sache sich hier naturgemäss ausserordentlich verwickelt, den idealen Gedanken durchschimmern sehen. Im älteren Tertiär fehlte noch im Pflanzenreiche die dikotyle Blütenentwicklung (die Compositen treten zuerst und zwar rasch und massenhaft auf, später die getrenntblätterig blühenden, am spätesten die unterständig verwachsenblätterig blühenden Dikotylen), im Tierreiche die Raubtiere, welche wie jene erst im jüngeren und jüngsten Tertiär auftreten. Dagegen finden wir im älteren Tertiär im Pflanzenreiche neben den Cupuliferen Juglandeen Myrten, namentlich auch Proteazeen; im Tier-

reiche Formen, welche noch als Sammelformen in etwas beschränkterem Sinne mit Beziehung auf die Differenzirung der Säugetierformen aufzufassen sind, wie Palaeotherium und Anaplotherium, die Merkmale von Wiederkäuern und Dickhäutern, und Dinotherium, das Merkmal von Elefanten und Dickhäutern in sich vereinigten; im jüngeren Tertiär Anchitherium und Hipparion als Vorläufer des Pferdes; im jüngsten Tertiär kommen die Raubtiere hinzu, ferner Cetazeen Hirsche Elefanten Vierhänder, wobei ich, was die Quantitätsverhältnisse in Beziehung auf die ideale Auffassung angeht, besonders auf die riesenhaften Edentaten der jüngsten Zeit erinnere, die untergehen und nur in schwachen Formen sich behaupten, während Cetazeen und Elefanten als Riesen in die Gegenwart eintreten, Wiederkäuer Pferde Raubtiere aber von ihrem ersten Auftreten an eine mittlere Grösse zeigen. So münden wir in die Quaternär- oder Diluvialzeit und damit in die Gegenwart ein, die uns mit Ueberresten der unmittelbar an die jetzige Lebewelt heran- oder in sie hineinreichenden Pflanzen und Tiere auch die Ueberreste von Menschen, zugleich mit diesen aber auch die Spuren und Andenken menschlicher Thätigkeit aufweist; nicht also, was zunächst der wichtigste Punkt für unsere Beurteilung der Verhältnisse ist, Urkunden oder Beweisstücke für ein menschliches Dasein im tierischen Zustande, was ja auch an sich eine contradictio in terminis ist, ebensogut wie die Alalen, die Häckel statt einer gewöhnlichen untergegangenen und unbekannten Affenspezies, mit der die »Wissenschaft« sich jetzt begnügt, als Vorfahren des Menschengeschlechtes zu fingiren durch den Rest seines wissenschaftlichen Gewissens sich getrieben fühlte. —

Blicken wir nun zurück auf dies Ergebniss der geologischen, resp. paläontologischen Forschung, so dürfen wir behaupten, dass durch dasselbe der darwinistischen Hypothese der letzte scheinbare Anhalt genommen wird. An sich ist dieselbe ja wissenschaftlich so absolut schwach, dass sie ohne den scheinbaren Rekurs auf die geologische Thatsache, den sie in neuester Zeit mit dreister Hand ergriffen hat, während beim ersten Auftreten gerade der auffallende Mangel aller ihr so nötigen Zwischenformen in der Werdezeit den offenbarsten Einwurf gegen die Hypothese bildeten, heute ihr Leben nicht mehr fristen könnte. Der einzige positive Anhalt der Hypothese, der Gedanke, dass die mit der Züchtung, die der Mensch in seiner Gewalt hat und die eine der Beobachtung unterliegende Thatsache ist, enge zusammenhängende Varietätenbildung bei Pflanzen und Tieren, wohl auch auf den Naturprocess übertragen werden könne, genügt doch in der That nicht zu dem abenteuerlichen Gedankensprunge, dass nun alle Arten, d. h. alle feste Formgestaltung in den Organismen auf eine solche Variation zurückzuführen sei, wobei man natürlich von vornherein davon absehen musste, dass wir ja ein Gesetz fester Formgestaltung nicht blos bei den Organismen, sondern schon bei den Krystallen finden, wo natürlich von einer Variation durch Descendenz nicht die Rede sein kann. Der anfängliche Schwindel, der die weniger Vorsichtigen ergriff, als ob man nun der Variationsthatsache wegen alle feste Artenbildung fallen lassen müsse oder dürfe, hat denn doch, wie wir wissen, nur kurze Zeit vorgehalten, und wenn noch ein Mann wie Ratzel schreibt, dass er keine Bedenken tragen würde, die Varietäten, die das offenbare Werk von Züchtung durch Menschenhand sind, als ächte Arten zu bezeichnen, wenn sie so im Naturzustande gefunden würden, so beweist er

nur, dass er nie über den naturwissenschaftlichen Begriff der Art nachgedacht hat, der durch eine ganz feste Organisationsrichtung bestimmt ist und der daher für jeden Denkenden die Unterscheidung des Wesentlichen vom Unwesentlichen oder Zufälligen möglich macht und begründet, nebenbei gesagt, auch der künstlichen Züchtung die Wege bahnt, weil dieselbe immer an gewisse, in der Entwicklungsrichtung des betreffenden Organismus begründete Eigentümlichkeiten anknüpfen muss. Wie nun diese Thatsache der Variation in unwesentlichen Eigenschaften innerhalb der durch die Richtung der Organisation bestimmten Art selbst, so ist alles andere, was für den Darwinismus angeführt wird, lediglich in der idealen Auffassung begründet, so dass es, da diese eben nur das richtige naturwissenschaftliche Denken repräsentirt, nur als eine Karrikatur des Gedankens erscheint, den die ideale Auffassung durchführt. Ich werde dieses sogleich an allen Punkten zeigen, zuerst aber von jenem Hauptpunkte, an dessen unbefugter Ausnutzung eigentlich der ganze Darwinismus hängt. Beruht die Organisation gerade so gut wie die Krystallisation, worauf ich der Einheit des Gedankens wegen immer wieder zurückweise, auf festen Organisations- oder Gestaltungsrichtungen, die wir eben nach dem Bedürfnisse unseres Denkens in einheitlichen Begriffen, zunächst also, insoweit die Form in der geschlechtlichen Fortpflanzung sich conservirt, im Artbegriffe festzuhalten uns bemühen, so ergibt sich jene Grundlage der idealen Auffassung, welche einerseits die Entstehung einer Art aus der andern in dem Maasse gesteigert zu einer logischen Unmöglichkeit macht, wie die Form durch die Kombination einer Mehrheit, resp. einer grösseren Anzahl von Merkmalen und Entwicklungsrichtungen bestimmt wird, anderseits aber ein Uebergreifen, eine äussere und scheinbare Annäherung der Formen in demselben Maasse bedingt, wie die eine, dem Pflanzenreiche, dem Tierreiche, schliesslich der ganzen Organisation unterstehende Grundidee spezifizirt und in der Erscheinung ausgeführt wird. Eine Walnuss, um den Gedanken nach beiden Seiten durch ein Beispiel zu erläutern, müsste ihre Baumform etwa von der Eiche, ihr zusammengesetztes Blatt von den Terebinthiazeen, ihre atrope Samenknospe von den Urtizeen geerbt haben, also durch alle diese Formen hindurchgegangen sein. Anderseits eine Fledermaus zeigt unleugbare Eigentümlichkeiten des Vogels, weshalb aber kein vernünftiger Mensch daran denkt, dass die Fledermaus weniger ein Säugetier sei, als eine Katze. Macht uns das erstere Beispiel klar, dass der darwinsche Gedanke, sobald man ihn ernst und real anpackt, zu einem nonsens wird, so weist das Zweite auf den Punkt hin, auf dem die ganze Irreleitung des Denkens durch den Darwinismus beruht. Wenn wir nämlich jenes Uebergreifen der Formen bis in die Spezialitäten der reichen Ausführung verfolgen, so kommen wir überall an den Punkt, wo die in ihrem wesentlichen Grundcharakter sehr feste Form in Nebensächlichem zu variiren geneigt ist, weil ein Schwanken eintritt zwischen den Richtungen, die sich in ihr durchkreuzen, was dann als ein mehr oder weniger Zufälliges erscheint, gerade so, wie mir auch die Gestaltungen der Wolken oder des verfliegenden Wasserdampfes als ein Zufälliges erscheinen, weil ich der Kombination der zusammenwirkenden Gesetze nicht folgen kann bis in diese Einzelheiten. Während nun das richtige naturwissenschaftliche Denken sich bescheiden wird, dem Thatbestande so weit als möglich zu folgen, das Gesetz aber nicht deshalb zu verleugnen, wenn ein Rest von Zufälligkeiten bleibt, beruht der

ganze Darwinismus auf der Gedankenlosigkeit, wegen der Zufälligkeit der Variationen die Gesetzmässigkeit zu leugnen, wobei ihm denn, und das mag Manchem zur Entschuldigung dienen, die offizielle Wissenschaft Hebammendienste leistet, weil sie selbst den richtigen Weg des Begriffes bildenden zusammenfassenden Denkens verloren hat. Auf dieser Gedankenlosigkeit beruht dann der Fehlschluss, das am Individuum Beobachtete auf das Verhältniss der Arten unter einander zu übertragen oder, wie man es nach Häckel nennt, die Ontogenesis aus der Phylogenesis zu erklären, während in Wirklichkeit jeder Organismus im Tierreich und im Pflanzenreich eine Kombination von Zellen darstellt nach der Idee, die in der Form sich ausprägt, und daher jeder, auch der combinirteste, von der Zelle ausgeht und von der Zelle aus sich aufbaut, die einzellig bleibenden aber, insoweit der Organismus eben Zellverbindung sein soll, eine zurückschreitende Lebensstufe bezeichnen, der die Wissenschaft nun nicht gewaltsam die Funktion und den Beruf vindiziren darf, den ganzen Organismus ohne Idee und leitenden Gedanken aus sich produzirt zu haben. Haben wir nun einmal diesen Grundfehler der neuen Theorie, die unberechtigte Uebertragung des Begriffes der Entwicklung von dem am Individuum Beobachteten auf die vermeintliche Entwicklung der Arten aus einander erkannt, so werden wir leicht den ganzen Stand der Sache dahin resumiren, dass einerseits alle die Momente, welche realen Beobachtungswert haben, die Vererbung, die anatomischen Analogien und die formellen Homologien, die Correlation der organischen Systeme, die rudimentären Organe, auch das teleologische Moment, mit Unrecht von der empiristischen Theorie in Anspruch genommen werden, da sie in Wirklichkeit der idealen Auffassung zu Gute kommen, wie sie ja auch nicht ein Verdienst der neuen Theorie sind, die sich nur hinterher in den Besitzstand der noch wirklich forschenden Wissenschaft gesetzt hat, weil man jenen ersten Grundfehler, wenn auch wohl empfand, doch nicht klar erkannte, und dass sie dann anderseits allgemeine Begriffe von blendender philosophischer Bedeutung für sich ausbeutete, welche einen wirklichen Sinn nur nach dem idealen Verständnisse haben. Hierzu rechne ich erstens den Begriff der Anpassung, zweitens den Begriff des Nützlichen, und drittens den Begriff des Kampfes ums Dasein. Dass Anpassung an die äusseren Verhältnisse, d. h. an die Bedingungen der Existenz etwas beim Organismus sehr Wesentliches ist, das bezweifelt Keiner; wie aber, wenn in einem Teiche mehrerlei Fische Frösche Insektenlarven Lemna Potamogeton Gräser u. s. w. zusammenleben, mögen sie nun freundlich oder feindlich zu einander sich verhalten, das aus der blossen Anpassung an die Verhältnisse ohne eine leitende Idee der Gestaltung zu erklären sei, das wird Keiner auszudenken im Stande sein. Ebenso, dass einem Organismus dasjenige nützlich ist, was seinem Leben entspricht, das ist einfach und verständlich; dass aber aus indifferenten organischen Anfängen sich durch das ihnen Nützliche, wofür sie noch gar keinen Anhaltspunkt hatten, die verschiedenen Formen sich haben entwickeln sollen, das ist ein qui pro quo, mit welchem man die denkende Menschheit hätte verschonen sollen. Nicht anders verhält es sich mit dem blendenden Ausdruck vom Kampfe ums Dasein. Gewiss ist etwas daran, dass die Existenzen nur im Kampfe ums Dasein am Leben sind, und nicht einmal eine Zelle würde existiren ohne jenen ungeheuren Kampf, der das Gleichgewicht der Elemente soweit herstellte, dass auf der Erde

die individuelle Bewegung entstehen konnte, die in der Zelle realisirt ist; aber die ideale Gestaltung kann nur als die Ursache, nicht als die Folge des Kampfes ums Dasein gedacht werden, weil ohne die Differenzirung der Formen so wenig der Begriff des Nützlichen wie der des Kampfes ums Dasein eine Unterlage hat. — So hat sich denn die ganze Theorie auf die Geologie und die Werdezeit zurückgezogen, wo man bisher mit dem allgemeinen Gedanken einer in der Natur bezeugten allmälichen Entstehung des Vollkommeneren aus dem Unvollkommeneren ausreichen konnte. Ich habe aber gezeigt, wie vollständig diese Illusion bei genauerer Betrachtung zerstört wird und dass uns der Werdeprocess genau dasselbe zeigt, was wir als Resultat der Betrachtung des gegenwärtigen Standes aufstellen mussten, dass uns die Gestaltung und die Organisation allerdings als ein grosser Kampf ums Dasein, aber im idealen Sinne, um die Realisirung der Idee erscheint, die wir in der leiblichen Erscheinung unserer selbst, des Menschen, verwirklicht sehen. Die Frage, wie wir denn, da wir auf die Schöpfung jedenfalls rekurriren müssen, weil wir nur in uns das den Stoff gestaltende Individualisationsprincip mit dem selbstbewussten Geiste zusammenfallend, in der Natur es aber, wenn wir nicht unbefugt unser Bewusstsein auf die Natur übertragen wollen, nur als ein formales Moment ansetzen können, die Schöpfung als Gotteswerk und dennoch als einen solchen Kampf ums Dasein verstehen können, wird uns dadurch in einer viel entscheidenderen und prägnanteren Weise entgegengeworfen. —

# IX. Der Mensch.

Wenn ich nunmehr an den Menschen als den Zielpunkt der ganzen Organisation und der ganzen Stoffgestaltung herantretend dem allgemeinen menschlichen Bewusstsein folgend die Unterscheidung des Menschen nach seinem leiblichen Organismus in den Merkmalen seiner aufrechten Stellung und der damit zusammenhängenden Differenzirung seiner vier Extremitäten in ein Paar Hände zum Fassen und ein Paar Füsse zum Schreiten setze, wozu als drittes und viertes einerseits die Nacktheit seines Körpers und anderseits die Organisation seiner Stimmwerkzeuge zur Sprache kommt, so ist es die ideale Auffassung, welche diesen Merkmalen einen wissenschaftlichen Wert verleiht, und den blutsverwandtschaftlichen Angriffen auf die Würde des Menschen und die Wahrheit seines Denkens, insoweit dieses beides wesentlich miteinander zusammenhängt, wissenschaftlich ein Ende macht. Wissenschaftlich, denn wir dürfen nicht vergessen, dass wir mit dem leiblichen Organismus des Menschen immer noch ganz auf dem Standpunkte der Naturwissenschaft stehen bleiben, welche ihre Identifizirung mit dem Affen oder Affengeschlecht wesentlich durch die Beschaffenheit des Gehirnes begründet, was an sich der Denkfehler der Verwechslung des Nichtohne mit dem Wodurch, der Bedingung mit der Ursache und dem Grunde ist, aber der Punkt, worin die ganze Naturbetrachtung sich zuspitzt. Die ideale Auffassung bemächtigt sich dieses Punktes und schafft dadurch Raum für die reinere und freiere Auffassung des Geistigen im Menschen, um so die letzte Frage endgültig zu stellen. — Wenn das eine individualisirende Princip die ganze Gestaltung des Stoffes am Himmel und auf Erden, im Makrokosmos und im Mikrokosmos beherrscht, welches auf der Erde in seiner ersten Wirkung, dem Krystalle, erstarrt, um aber zugleich die feste Grundlage der weiteren organischen Entwicklung zu bilden, in der zweiten, der zwischen Himmel und Erde gespannten Pflanze, das die kosmische Beziehung ausdrückende, aber noch gebundene lebendige Individuum schafft, und dann in der dritten, nachdem im Tiere das lebendige freie (gelöste), aber mit Aufgebung der kosmischen Stellung der Pflanze, spezifisch auf die Erde angewiesene Individuum zur Darstellung gebracht ist, im menschlichen Organismus den höchst entwickelten tierischen Organismus ideal wieder unter das Gesetz oder die Richtung der Pflanze und des Pflanzenwachstums stellt, so verstehen wir den Menschenleib als den Abschluss und das Ziel der ganzen Organisation, so gut wie wir den Krystall, den Kubus, als die typische Raumerfüllung verstanden haben; den Affen aber, dem wir ja nun einmal der heutigen Kathederwissenschaft zu Liebe die Ehre besonderer Erwähnung zu Teil werden lassen müssen, nach dem Rechte der idealen Auffassung als eine karrikaturenartige überschlagende Gestaltung in Beziehung auf

den Menschen, so gut wie wir die Buxbaumia als eine solche in Beziehung auf Polytrichum erkannt haben. Wie wir eine solche Auffassung mit der Schöpfungslehre reimen, wird unsere spätere Frage sein; hier kommt es nur auf die Durchführung des naturwissenschaftlichen Gedankens an, und es kann nicht schaden, denselben noch einmal in seinem einfachen und klaren Zusammenhange zu rekapituliren. Der Kubus als typische Krystallisationsform trägt in sich, indem er den Begriff des stofflichen Individuums in absolutester Weise aber als totes Individuum ausdrückt, die Beziehung auf den ganzen Raum nach seinen drei Dimensionen. Die Pflanze erreicht als lebendiges Individuum diesen reinen Ausdruck der Idee des Individuums (resp. der Vereinigung vieler vollkommenen Individuen — der nach Pflanzenart conservirten vollkommenen Einzelzellen — zu einem lebendigen Ganzen) in der im Kampfe mit der gegliederten Axe und mit der Blüte durchgesetzten Baumform, d. h. der conservirten und sich durchsetzenden Hauptaxe, der Urform der Pflanze, gebunden an die Erde, aber bestimmt durch die Beziehung nicht mehr zum ganzen Raume, aber zum Sonnensysteme. Das Tier setzt den Begriff des selbständigen freien lebendigen stofflichen Individuums durch auf Grundlage der gegliederten Axe, nicht mehr erstarrt, wie der Krystall, nicht mehr gebunden, wie die Pflanze, aber auch nicht mehr mit Beziehung auf das Sonnensystem, wie die Pflanze, sondern mit spezieller Anweisung auf die Erde und die irdischen Verhältnisse. Und wenn nun im Menschenleibe die vollendete tierische Organisation unter das Gesetz, d. h. die Richtung der Urform der Pflanze gestellt wird, so ist darin ausgesprochen, dass die ganze Organisation auf dieses Ziel angelegt ist, welches nun aber nicht blos in Beziehung auf das sichtbare Oben und Unten oder auf Himmel und Erde im Sinne des erscheinenden Stoffes, sondern auch über die Beziehung des Krystalles auf den ganzen Raum hinaus, indem der Menschenleib die Stätte des geistigen Bewusstseins ist, die Beziehung auf den höchsten Gegensatz der ganzen Schöpfung, den Gegensatz des Geistes zum Stoffe, die sich aufnimmt. Wie nun aber mit der Darstellung des stofflichen Individuums als solchem wie im Krystalle die Beziehung zum Raume (der Krystall ist die positive ideale Darstellung und Ueberwindung des negativen scheinbaren unendlichen leeren Raumes) und daher zum mechanischen Momente, so im lebendigen Organismus die Beziehung, resp. die Ueberwindung der Beziehung auf die negative Gewalt der Zeit und den Mechanismus hinzukommt, so ist eben darin die thatsächliche Gestaltung des Organismus im Pflanzenreiche und im Tierreiche motivirt, indem einerseits das mechanische Moment der gegliederten Axe von der Pflanze ausgestossen wird, um im Tierreiche zur Grundlage der lebendigen Gliederung zu werden, anderseits die geschlechtliche Reproduktion im Pflanzenreiche, als ein organisch überschüssiges Moment, zur Grundlage der schönen Gestaltung in der Blüte gemacht wird. Erwägen wir dann, wie wir schon in der Zelle als Grundlage des lebendigen Organismus, vermöge ihrer chemischen Constitution gewissermaassen bis an die Grenze des ursprünglich einen durch die Atomisirung in Zerfall gekommenen Stoffes zurückgeführt werden, und dass wir die geschlechtliche Reproduktion schliesslich doch nur durch eine Anlehnung wenigstens an denselben erklären können (Die Zelle nimmt einerseits in ihrer chemischen Constitution eine wesentlichere Beziehung auch zu dem Imponderablen, und anderseits als Element des Organismus eine wesentliche Beziehung zur

geistigen Seite der Schöpfung in sich auf und die geschlechtliche Reproduktion als Ueberwindung des in der Differenzirung der Zelle in den Organismus eindringenden Dualismus führt uns noch einen Schritt weiter in das Urverhältniss der Schöpfung zurück.), so erfassen wir in der That nach dem Begriffe der idealen Auffassung wie mit einem Blicke die ganze Naturerscheinung, wie sie von einem Gedanken aus gestaltet sein muss, wenn sie wirklich das Werk des Schöpfers ist. —

Sehen wir jetzt genauer zu, wie der leibliche Organismus des Menschen in diesen Organisationsplan hineinpasst, so ist die erste Reflexion die, dass die aufrechte Stellung, so wie sie wesentlich mit der Differenzirung der vier Extremitäten als ein Paar Hände und ein Paar Füsse zusammenhängt, so auch erst alles das zu seiner rechten Geltung und Bedeutung bringt, was das charakteristisch Unterscheidende für die Säugetiere als die höchste Entwicklung der tierischen Organisation ausmacht. Dazu gehört an erster Stelle der doppelte Gelenkfortsatz, womit bei den Säugetieren das Hinterhauptsbein in den obersten Halswirbel einsetzt, im Gegensatze zu dem einen bei den Vögeln und Reptilien. Die besondere Einrichtung der beiden obersten Halswirbel (beim Menschen, der sieben Halswirbel gegen zwölf Rückenwirbel und fünf Lendenwirbel hat, des sechsten und des siebenten), wonach der sechste, der Epistrophius, mit einem centralen kräftigen Fortsatz in den Körper des siebenten, des Atlas, eingreift, auf dessen beiden Gelenkflächen dann die beiden Gelenkfortsätze des Hinterhauptsbeines ruhen, kommt in ersichtlicher Weise erst bei der aufrechten Stellung des Menschen zu ihrem wahren Zwecke, den Kopf als den Hauptteil des Leibes, als den Sitz des Centralnervenorgans und der Sinne, in gesichert ruhender und doch frei beweglicher Stellung auftreten zu lassen, und damit hängt dann genau der den Menschen kennzeichnende Bau des Kopfes zusammen, die Ueberdeckung des kleinen Gehirns durch das grosse, die reine Herausbildung des vorderen Teiles als Gesicht durch das Zurücktreten des Unterkiefers gegen den Oberkiefer, das Verschwinden des Zwischenkiefers und die durch die Stellung der Kiefer zu einander bewirkte senkrechte Stellung der Zähne. Nebenbei kann man bemerken, dass in den zwei Gelenkhöckern des Hinterhaupts die Grundzahl der tierischen Organisation in der durchgeführten Bilateralität zur Geltung kommt, wie anderseits in der Zurechtschiebung der Kiefernlage in Vereinigung mit der Verlegung der Sinneswerkzeuge in die Vorderseite die ideale Bedeutung des Vorn und Hinten, und so im Ganzen der Kopf des Menschen an die — organisch abgerundete — kubische Form der Kapsel von Polytrichum erinnert, eine Beziehung, die dem Grundgedanken gemäss immer wieder auftaucht. Nicht minder tritt beim Menschen vermöge seiner aufrechten Stellung das bei ihm so kräftig entwickelte Zwerchfell (Diaphragma), das durchschlagendste Kennzeichen der höchsten Entwicklung, in seiner im höheren Sinne idealen gewissermaassen sittlichen Bedeutsamkeit hervor als die Scheidewand des unteren und oberen Teiles des Rumpfes, wodurch der Ernährungs- oder Stoffumwandlungsprocess im Individuum, den wir zunächst noch allein im Auge haben, in zwei Stufen oder Perioden zerlegt wird, die untere, im Magen concentrirte, welche speziell das Interesse des tierischen Organismus, als das den pflanzlichen Lebensprocess concentrirend umwandelnden repräsentirt, und eine höhere zwischen Herz und Lunge geteilte, wodurch der Stoffumwandlungsprocess im Individuum in die allgemeinere Beziehung zur

Luft, dem eigentlichen Lebenselemente der Erde, versetzt wird, um dann in dem klar über der Brust erhobenen Kopf, als dem Sitze des Gehirns, des gewissermaassen geläuterten Endresultates des Stoffumwandlungsprocesses, die höchste und allgemeinste Beziehung des im Menschen zum Organ des denkenden Geistes umgeschaffenen tierischen Organismus auszusprechen. —

Mit der entschiedenen Differenzirung der vier Extremitäten als der oberen und unteren zu einem Paar Armen mit Händen und einem Paar Beinen mit Füssen, durch welche im aufgerichteten Menschenleibe das wirklich erreicht wird, was in dem Gegensatze von Huf- und Krallentieren auf der Stufe der höchsten Entwicklung bei den Säugetieren nur angedeutet und erstrebt war, wird im Menschenleibe durch die Verlängerung des Oberschenkels, welche wieder enge mit der Art und Weise, wie derselbe in das Becken eingreift, in welches die Wirbelsäule nach unten hin mit den (5) verwachsenen Wirbeln des Kreuzbeins ausgeht, eingefügt ist, die Ausgleichung des Gegensatzes zwischen den hinteren und vorderen Extremitäten, welcher die ganze Säugetierentwicklung von den Beuteltieren an bis zu den Affen beherrscht, erreicht. Und dabei mag dann nicht unbemerkt bleiben, dass die Verteilung der 24 freien Wirbel, welche die Wirbelsäule des Menschen constituiren, auf 12 Brust-, 7 Hals- und 5 Bauchwirbel, gegenüber den verwachsenen (5) Wirbeln des Kreuzbeines mit den 4 Wirbeln des Steissbeines so recht deutlich zeigt, dass der menschliche Organismus nicht auf einen Schwanz angelegt ist. Die festen Zahlen sind auch hier der Tod des modernen Aberwitzes. Wie nun mit der Durchführung des Knochengerüstes die Muskulatur, zunächst ganz besonders ersichtlich in den starken Muskeln der Waden mit Beziehung auf die Funktion des Fusses, dann weiterhin die ganze wunderbare Verzweigung des Gefäss- und Nervensystemes zusammenhängt, kann und braucht hier nicht ausgeführt zu werden; es genügt hier die Bemerkung, dass wenn auch die Anatomie und Physiologie sich jetzt wissenschaftlich zu einer vergleichenden erweitert hat, desungeachtet unter Anatomie und Physiologie noch immer κατ᾽ ἐξοχήν die des menschlichen Leibes verstanden wird, nicht blos, weil der Mensch das »Tier« ist, welches überhaupt wissenschaftliche Anatomie und Physiologie treibt, sondern auch, weil der menschliche Leib thatsächlich die Quintessenz und der Höhepunkt der tierischen und aller Organisation ist, ein Punkt, worin notgedrungen die ideale Auffassung mit der empirischen vollständig übereinstimmt, nur dass sie in der Organisation des menschlichen Leibes das wunderbar »angepasste« Werkzeug des Geistes in seinen drei Grundkräften, Erkennen Wollen und Fühlen, nicht aber die Psychologie nur als Dependenz der Physiologie, den Geist nur als eine Funktion des Körpers erkennt und — wohl gemerkt — versteht. Es sei dazu an dieser Stelle bemerkt, dass daraus, dass der menschliche Organismus den ausgleichenden Höhepunkt der Organisation bezeichnet, nicht folgt, dass er nun auch in allen Gliedern und Richtungen die andern Organismen übertreffe; vielmehr liegt es im Wesen der Organisation, als des idealen Kampfes ums Dasein, begründet, dass, wie die Gegensätze excessiv werden, so auch die Ausgleichung nur eine relative sein kann, worin dann namentlich auch die Erscheinung der rudimentären Organe, wozu auch die nicht funktionirenden Muskeln gehören, ihre Erklärung findet, wie namentlich beim Geschlechtsverhältnisse im Menschen genauer berücksichtigt werden muss,

und eben darauf werden wir nun durch das dritte charakteristische Merkmal des Menschenleibes, die ihm eigentümliche Nacktheit, geführt, durch welche wir einerseits, wie ich zeigen werde, auf das innere Verhältniss der beiden grossen Organisationen, die im Menschenleibe ihren Zielpunkt und ihre Ausgleichung finden, zurück, und anderseits auf die tiefsten Beziehungen des Menschen hingewiesen werden, nämlich auf die sittliche Bedeutung des in dem Bestande des Menschengeschlechtes in seinen Individuen eingreifenden und auszugleichenden geschlechtlichen Dualismus, welchen wir aber ohne die Organisation des Individuums zur Sprache, dem Organe der geistigen, wie jene der leiblichen Gemeinschaft des Menschengeschlechtes als Ganzen, nicht verstehen können. In dem einen ist die unmittelbare Berührung des Menschen mit der Natur und dem Naturprocesse, in dem andern die unmittelbarste Berührung des Menschen mit dem geistigen Sein gelegen, beide aber sind dem Menschen wesentlich, weil der Mensch als das leiblich-geistige Wesen, was ich hier anticipire, nur als Glied in der Gemeinschaft, eben in jener organischen Vereinigung der geistig-leiblichen Individuen zu einem Ganzen (einem σῶμα, einem Organismus) real ist, auf den alle Organisation hinweist. — Die natürliche Bedeckung des Leibes durch Haare, welche im Gegensatze zu den Panzern Schuppen Federn eine charakteristische Eigenschaft der Säugetiere ist, ist ein die tierische Organisation überwucherndes pflanzliches Moment. Die Haare sind nervenlose der Haut eingesetzte zwiebelartige, aber nicht von oben, sondern von unten aus wachsende Pflänzchen; in den Federn der Vögel als einer komplizirten Haarbildung — wie ein fiedernerviges Blatt — tritt ja diese Beziehung zu der Pflanze der Stellung der Vögel gemäss in besonderer Weise hervor. Demnach sehen wir in der Nacktheit des menschlichen Körpers im Gegensatze zu dem behaarten Körper der Säugetiere nichts anderes, als das durchgeführte Ideal des tierischen Organismus, wo, wie das Urorgan, die Zelle, mit ihrem ganzen Wesen, durch die sie mit der Welt, dem Stoff ausser ihr, vermittelnde Oberfläche — Haut — in Contakt kommt, so die ganze Haut, die das organisch vollendete Individuum äusserlich als ein Ganzes umschliesst und umgrenzt, empfindungsfähig ist, d. h. für das organisch vollendete Individuum den ihm angemessenen Contakt, die ihm angemessene Wechselwirkung vermittelt, worin dann sowohl die vollkommene Entwicklung der menschlichen Haut in ihren drei Lagen, bis in deren obersten die Nervenenden hineinreichen, als auf die besondere Ausbildung der Sinneswerkzeuge begründet ist. Der Mensch legt, als den vollkommenen tierischen Organismus darstellend, das Haarkleid der Säugetiere ab, wie die vollkommene Schnecke, die auf der Erde lebende Lungenschnecke, das spirale Gehäuse. Dass auf dem Scheitel Haarwuchs bleibt, entspricht dem Mangel des Schwanzes (man denke besonders an das Pferd), der bei den Tieren eine einigermassen ästhetische Bedeutung hat. Die Sinneswerkzeuge sind solche Stellen, wo über die allgemeine Bedeutung der Haut hinaus der Contakt der Nerven mit der Aussenwelt eingeleitet ist. — Mit dieser in der organischen Stellung des Menschenleibes motivirten Nacktheit (relative Nacktheit, denn absolut ohne Behaarung sind nur wenige Teile des Leibes) trifft nun die, wie wir voraussetzen müssen und nachweisen können, ebenfalls in der organischen Stellung des Menschen bedingte und motivirte Gestaltung des geschlechtlichen Processes beim Menschen so zusammen, dass darin das sittliche Schamgefühl als ein dem Menschen

wesentlicher Zug begründet ist*, dem anderseits die Gestaltung der Stimmorgane als Werkzeug der Sprache in der Weise das Gleichgewicht hält, dass, wie durch den geschlechtlichen Process die Fortpflanzung, so durch die Sprache die geistige Gemeinschaft vermittelt wird, ein innerer Zusammenhang, den man zu allen Zeiten erkannt hat und mit dessen naturwissenschaftlicher Aufklärung die ideale Auffassung ihrer Arbeit vorläufig ihr Ziel setzen kann. — Alles Verständniss der Geschlechtsverhältnisse beruht dem früher Entwickelten gemäss auf der Erkenntniss, dass die geschlechtliche Fortpflanzung unter den organischen Wesen wesentlich nichts anderes ist, als die Ueberwindung des Eingriffes, den der Dualismus in die — künstlerische — Thätigkeit des organisirend gestaltenden Individualisationsprincipes macht bis zur Differenzirung des Elementarorganes der Zelle hin. (Nebenbei mag hier, was die Auffassung der Wirksamkeit des Individualisationsprincipes als einer künstlerischen angeht, bemerkt sein, dass man bei dem wunderbaren Trieben der Bienen doch den Zug nicht übersehen soll, dass die Arbeitsbienen die geschlechtslosen sind.) Man muss das scharf ins Auge fassen, um zu sehen, dass durch diese Auffassung die im Leben und augenblicklich in der Wissenschaft geltende Auffassung der Sache umgedreht, dass aber in gleichem Maasse durch sie sowohl der Naturwahrheit als dem sittlichen Gefühle des Menschen Rechnung getragen wird. Der geschlechtliche Gegensatz an sich ist es nicht, der die Reproduktion bedingt, sondern, dass das Lebensprincip der Natur trotz dem geschlechtlichen Gegensatze und aus dem geschlechtlichen Gegensatze heraus die Form, das Individuum, die Art reproduzirt, das ist die Bedeutung des Vorganges, auf den nun auch für den Menschen das ganze Interesse an und für sich für die Erhaltung des Geschlechtes, dadurch aber auch für das Individuum, sich concentrirt. In der Pflanze ist nun, wie wir wissen, die Ueberwindung des geschlechtlichen Gegensatzes zur Lebenserneuerung des Individuums in der Blüte zur Grundlage einer schönen Gestaltung gemacht, und ich erinnere daran, wie dieser Umstand, die typische Darstellung der Blüte gegenüber der typischen Darstellung des Individuums das innere Motiv der ganzen Ausgestaltung des Pflanzenreiches ist, so jedoch, dass das eigentliche Ziel der Gestaltung die reine Darstellung des Individuums in der Baumform ist, welche im Kampfe mit der Blüte sich durchsetzt. Das Individuum bleibt Herr in der Sache, und die Blüte, die in demselben Maasse ein ästhetisch schönes Gebilde darstellt, wie die geschlechtliche Reproduktion weniger eine physische Notwendigkeit bei der Pflanze ist, wird wie ein Siegeszeichen der Lebenserneuerung zu einem Schmuck am Individuum. Beim tierischen Organismus sind umgekehrt die Organe der geschlechtlichen Reproduktion in demselben Maasse mehr mit der hier nun ja auch in viel schärferem Gegensatze zur positiven sich ausscheidenden negativen Seite der Organisation verknüpft, als die geschlechtliche Reproduktion mehr eine Sache der physischen Notwendigkeit ist, weil hier die dualistische

* Herr Schneider führt freilich in seinem »Tierischen Willen« mit einem gewissen Triumphgefühl an, dass einige wilde Stämme angetroffen seien, die jeder Bekleidung entbehren, und meint daraus folgern zu dürfen, dass vollständige Nacktheit die ursprüngliche Lebensweise aller Menschen gewesen sei, als ob man, vorausgesetzt, dass die Angabe richtig ist, daraus, dass es einige blödsinnige Menschen gibt, den Schluss machen dürfte, dass Blödsinn der Urstand des Menschen sei. Wie es mit der Nacktheit der Menschen im wirklichen Urstande sich verhält, möge man aus meiner kath. Dogmatik ersehen.

Differenzirung nicht mehr blos das Elementarorgan, sondern das ganze Individuum ergriffen hat. Der Mensch nun, der den tierischen Organismus in seiner Vollendung darstellt, aber gestellt unter die ideale Richtung der Pflanze, der also über der ganzen Organisation steht, ist so gestellt, dass er in der Ueberwindung der geschlechtlichen Differenzirung die Blüte seines natürlichen Lebens erfährt, aber nur dann und unter der Bedingung ,dass er in dem tierischen Akte als solchem nur die physische Notwendigkeit erkennt. Das ist es, was in der Natur, in der Organisation ausgesprochen ist, und so können wir erklären, wie auch das Schamgefühl des Menschen in der tierischen Organisation eine gewisse Andeutung hat, welche aber ebensowenig wie die übrigen sogenannten geistigen Thätigkeiten der Organismen naturwissenschaftlich als etwas dem in seiner Individualität durch das Selbstbewusstsein absolut bestimmten Menschen gleichartiges anzusetzen ist. Das sittliche Schamgefühl des Menschen ist das Anzeichen eines Bewusstseins, welches über der ganzen im Menschenleibe zum Abschluss gekommenen Organisation steht und die Verhältnisse derselben abwägt, weil es einem höheren Gebiete angehört, welches in der Sprache seine reale Bethätigung findet. So können wir es verstehen, wie einerseits in der Organisation die Organe der geschlechtlichen Reproduktion beim Menschen entschieden mit der unteren negativen Seite des Leibes, anderseits die Stimmorgane mit dem Kopfe in die unmittelbarste Verbindung gebracht sind, und es würde die ganze ideale Ausführung ihres soliden Abschlusses entbehren, wenn ich nicht wenigstens dies Verhältniss schliesslich noch genauer in die Betrachtung ziehen wollte. —

Die Nervenbildung und Nerventhätigkeit verteilt und concentrirt sich im Säugetiere und am entschiedensten und klarsten wieder im Menschen an zwei Punkten, im Gehirn und in den Generationswerkzeugen, im Gehirn, um das Organ des Denkens, in den Generationswerkzeugen, um das Organ der Fortpflanzung zu sein. Das Gehirn ist der willkürlichen Einwirkung des Selbstbewusstseins vollständig entzogen und es ist, abgesehen von einem geringen, aber durchaus nicht wesentlich anzuschlagenden, nur quantitativen Unterschiede in beiden Geschlechtern gleichmässig gebildet. In den Generationswerkzeugen tritt nach dem tierischen Organisationsplan natürlich die grösste Differenzirung nach den Geschlechtern ein, daher es um so bemerkenswerter ist, dass sie und namentlich wieder beim Menschen ursprünglich von derselben Anlage ausgehen, um dann nach dem physischen Zwecke, der auch die beiderseitigen Formen bedingt, sich verschieden zu entwickeln, wobei dann im Gegensatze zum Gehirn, welches der willkürlichen Bewegung schlechthin entzogen ist, die bis zu einem gewissen Grade willkürliche Bewegung in den Geschlechtsorganen wesentlicher auf Seiten des männlichen Teiles fällt. Berücksichtigen wir dann, dass der unterscheidende Charakter des Tieres, als des durchgesetzten freien Individuums, von der Pflanze in seiner Organisation in der Centralisation seiner (pflanzlichen) Organe, daher in der Hohlraumbildung und Verinnerlichung der Organe liegt, woran der ganze Fortschritt der tierischen Organisation hängt und wornach dann namentlich auch der Uterus beim weiblichen Tiere ganz ins Innere verlegt wird, wovon ja der ganze Fortschritt der tierischen Organisation von den Anamnioten zu den Amnioten Plazentalen Zonoplazentalen Diskoplazentalen geknüpft ist, so verstehen wir, dass beim männlichen Tiere ein Organ ein-

treten muss, welches die männliche Potenz in den weiblichen Organismus überträgt, und wir verstehen es, dass auch hier die Organisation des Menschen den Abschluss und den Höhepunkt bezeichnet, wenn der aufrechten Stellung des Leibes gegenüber das männliche Begattungsorgan in die horizontale Lage kommt, ein Verhältniss, in dem unter der Herrschaft der Durchkreuzung der Senkrechten und Horizontalen der abschliessende Organismus so notwendig eintritt, wie die Krystallisation im Kubus ihre typische Form hat, in welcher dann aber auch der Punkt erreicht ist, wo das sittliche Bewusstsein im Menschen, als des geistigen freien Wesens, gegen den Naturzwang im Schamgefühle reagirt. Um den Naturzwang zu verstehen, müssen wir die Bedeutung der ganzen Organisation als des idealen Kampfes ums Dasein verstanden haben, welcher bedingt war durch den Zerfall des Urstoffes in die Atome, und welcher daher erstens auf die Bindung der Atome in die Einheit der Zelle, zweitens auf die Bindung der Zellen in die Einheit des Organismus und drittens auf die Ueberwindung des Dualismus in der geschlechtlichen Differenzirung angewiesen war, woraus wir dann, wie im Pflanzenreiche die ganze Gestaltung der Blüte, so im Tierreiche die mannigfachen mit der geschlechtlichen Reproduktion verbundenen Erscheinungen verstehen und davor bewahrt bleiben, mit der jetzigen unwissenschaftlichen Tendenz in der Naturbetrachtung aus derselben einen Liebesroman zu machen, für den Menschen aber den sittlichen und hohen Begriff der Liebe in dieser engen Verknüpfung mit dem Naturprocesse rein zu bewahren berechtigt und im Stande sein werden. — Beachten wir nun, wie beim Menschen vom Diaphragma aus in den unteren Teil des Rumpfes die Generationswerkzeuge mit der negativen Seite des Stoffumwandlungsprocesses, im oberen von der Lunge aus die Stimmwerkzeuge als das Ende der Atemröhre eingefügt, und dann die unteren und die oberen Extremitäten ihrem Zwecke gemäss analog eingefügt sind, so würde sich wohl die, mutatis mutandis, entsprechende analoge Ausführung der positiven und der negativen Seite der Organisation als der ideale Plan des menschlichen Organismus durchführen lassen, wobei als der innerlich leitende Grundgedanke die Umkehrung im Begriffe des Oben und Unten, Vorn und Hinten, Rechts und Links erscheint, welche durch die Aufrichtung der horizontalen Axe in die senkrechte, als das Charakteristische des Menschenleibes, bedingt ist, wie das am deutlichsten in dem Verhältnisse der Schnecke zu den Sepien angedeutet wurde. Dass das nur die ideale Auffassung des Gedankens ist, den die geltende phylogenetische Auffassung im Auge hat, wird man leicht ersehen; ihn auf den ersten Wurf ganz durchzuführen, wäre zu viel verlangt, ich will aber wenigstens, indem ich es in Betreff der Generationswerkzeuge bei dem Gesagten bewenden lasse, an dem höchsten positiven Organe, dem Gehirne, noch einigermaassen nachweisen, wie weit ich etwa mit meiner idealen Auffassung der phylogenetischen, die gerade hier ihren höchsten Triumph feiern möchte, wenn sie es könnte, gegenüber komme, abgesehen davon, dass es an sich undenkbar ist, dass das denkende Bewusstsein des Menschen ein Ergebniss der fortschreitenden Entwicklung des tierischen Gehirnes sei. Das menschliche Gehirn als die typische Form der ganzen tierischen Gehirnentwicklung (vom Verhältnisse des Affengehirnes zu ihm wird später besonders die Rede sein) steht nach meiner Auffassung als Gegenpol der zum Ziele gelangten Organisation der typischen Mooskapsel gegenüber, die ich nach ihrem inneren Baue

als die bedeutsamste Bildung der ganzen Organisation erklärt und verstanden habe, natürlich, wie jetzt dargelegt werden soll, im Hinblicke und mit Ausnahme des über der ganzen übrigen Organisation stehenden menschlichen Gehirnes, womit die Organisation abschliesst, um ihr Werk dem denkenden Geiste zu übergeben. Den Ausspruch über die Mooskapsel glaube ich wahr gehalten zu haben; dass meine Auffassung darum noch nicht unwahr wird, wenn ich beim Gehirne, dessen Studium überhaupt und in erhöhtem Maasse für mich eben erst im Anfange ist, höchstens nur schwache Andeutungen geben kann, wird man ja zugestehen. Solche aber scheinen mir allerdings zu Gebote zu stehen. — Wir erinnern uns, dass der anfangs gerade Nervenstrang am vorderen Ende dreifach und dann durch weitere schwache Einkerbungen fünffach sich gliedert. Indem dann diese hervorgehobenen Teile einerseits von vorn her sich einkrümmen und zugleich seitlich und nach oben hin auswachsen, bilden sie Höhlen im Innern des Gehirnes, welche gleichsam den Grundriss des Gehirnes zeichnen, indem der Ventriculus quartus (die Benennungen sind hier namentlich ganz vom Zufalle abhängig gewesen) dem Nachhirn (verlängerten Rückenmark) und Hinterhirn (welches das kleine Gehirn auswachsen lässt), der Aquae ductus dem Mittelhirn, der Ventriculus tertius dem Uebergange des Mittelhirns in das Grosshirn, die beiden seitlichen Höhlungen den beiden Seiten des Grosshirns angehören. Hierzu bemerke ich, dass mir der Umstand, dass es beim Gehirne überhaupt zu Hohlbildungen kommt, nach den früher gemachten Bemerkungen aus der Tiefe des ganzen Organisationsgedankens entsprungen scheint, freilich nicht in dem Sinne, als ob wir im Gehirn nicht das Organ des Denkens für den Menschen, sondern das Denken selbst erfassen sollten. Ich könnte sagen, dass die Hohlräume des Gehirnes nicht auf Nihilismus, sondern auf eine Warnung vor Nihilismus deuten. — Das Nachhirn erzeugt, während es nach vorn durch die Brücke an das Mittelhirn oder den Hirnstiel reicht, oben seitlich die beiden Hälften des kleinen Gehirns (cerebellum), welches, indem es, wie in seinen beiden Hälften, so vom Grosshirn durch tiefe Furchen geschieden ist, dem ganzen Baue des Gehirnes die Kreuzform, die Vierteilung, zu Grunde legt, die dann an der Oberfläche des bei dem Menschen ganz überwiegenden Grosshirnes noch wieder besonders hervortritt, indem der tiefen Medianfurche, die dasselbe in zwei seitliche Hälften teilt, ungefähr in der Mitte eine Querfurche von hervorragender Stärke entspricht. Findet dieser auf die Kreuzform deutende Bau des ganzen Gehirnes (wie es ja in ähnlicher Weise auch beim Herzen der Fall ist) seine Erklärung in der Beziehung der ganzen Organisation zur typischen Krystallform, so ist ja namentlich die seitliche Zweiteilung in der typischen Grundform des tierischen Organismus begründet; dem Denken aber, insoweit wir dieses als in der Einheit des geistigen Bewusstsein begründet erkennen, steht diese Zweiteilung contradictorisch gegenüber, wie ein thatsächlicher Beweis, dass nicht das Gehirn das Denkende ist, wie denn auch die Physiologie keineswegs die Abhängigkeit des bewussten Denkens von dem Zusammenwirken der beiden Hälften, sondern vielmehr das Gegenteil konstatirt. Es hängt aber mit dieser Zweiteilung eine andere wesentliche Erscheinung im Baue des Gehirnes zusammen, nämlich die Kreuzung (Chiasma) der Nervenstränge, welche an zwei Stellen vorkommt, einmal am Hinterhirn, da wo das verlängerte Mark in die eigentliche Gehirnbildung übergeht, und zweitens bei den Sehnerven, welche von den

Sehhügeln am Vorderhirn ausgehen. Dass nun auch diese Erscheinung der Kreuzung im Sinne der idealen Auffassung nicht wesentlich physiologische, sondern ideale Bedeutung hat, insoweit wir das Gehirn im Sinne der idealen Auffassung als eine rekapitulirende Darstellung des ganzen Organisationsplanes betrachten, die Ausgleichung der (dualistisch) auseinandergehenden Richtungen aber der innerste Grundgedanke der Organisation ist, das möchte uns zunächst am Chiasma der Sehnerven am meisten einleuchten. Dass dabei an eine physiologische Notwendigkeit nicht zu denken ist, ist ja klar, da wir mit einem Auge so gut und so viel sehen, wie mit zweien. (Die Unterscheidung des monokularen und binokularen Sehraumes bezieht sich hierauf nicht.) Die Sache wird uns aber sofort klar werden, wenn wir nur an die Kreuzung der Sehlinien in unserem Auge denken. Die Kreuzung der Sehnerven im Gehirne ist nur der Antitypus der Kreuzung der Sehlinien in unserem Auge, weil unser Organismus das rekapitulirende und das Denken oder das Sehen ermöglichende und vorbereitende Gegenbild der Stoffgestaltung ausser uns ist, sowie, um eine klare Analogie zu zeigen, der Keim im phanerogamischen Embryo die umgekehrte Lage hat, weil die Blüte ihrer Idee nach der umgekehrte Wachstumsprocess des Individuums ist. Ich habe gesagt, das Sehen oder das Denken, weil nach meiner Ueberzeugung der noch nicht weiss, was Denken ist, der nicht weiss, dass Sehen Denken ist. An keinem Punkte möchte die Bedeutung der ganzen Organisation als Vorbereitung zu dem Punkte, wo im Menschen der Geist als das denkende Princip in die Verbindung mit dem Stoff eintreten soll, klarer sein, als an diesem. Was aber die physiologische Bedeutung des Chiasma angeht, so wird ausdrücklich bemerkt, dass derselben physikalische und pathologische Bedenken entgegenstehen, wogegen man sich dann, um die empiristische Auffassung aufrecht zu halten, durch die Annahme zu schützen sucht, dass jedem der beiden Sehnerven auch Bündel aus dem Traktus derselben Seite zugeteilt seien, was offenbar nur ein willkürlicher Notbehelf ist. —

Wenden wir uns jetzt dem erstgenannten Chiasma zu, so führt uns das in die innerste Struktur des ganzen Gehirns hinein. Dieselbe führt uns nämlich von dem verlängerten Rückenmark oder Nachhirn, an dessen vorderem Ende sie stattfindet, durch das Hinterhirn zur Brücke (Pons Varoli) und zu den innersten Teilen, dem Mittelhirn, dessen besondere Ausbildung durch die Volumenausbildung der beiden Hemisphären des Grosshirns, die nach allen Seiten, nach oben vorne hinten seitwärts und abwärts auswachsen, bestimmt wird. Nun hat die vergleichende Beobachtung der Gehirne ergeben, dass in der Entwicklung des menschlichen Gehirns im ersten Stadium das verlängerte Mark einen relativ bedeutenden Umfang einnimmt, der dann durch die gleichmässig fortschreitende überwiegende Entwicklung des Mittelhirns in seinem Verhältnisse zum Vorderhirn überwogen wird, aber in seiner ersten Ausgestaltung den Zustand darstellt, der auf einer niederen Stufe der tierischen Organisation bei den Selachiern und Amphibien dauernd vorhanden ist. Was nun die Amphibien angeht, so haben sie für mich nur die Bedeutung einer Rückschrittsentwicklung; fassen wir aber das Vorkommen bei den Selachiern ins Auge, so werden wir, glaube ich, sehen, dass uns hier ein heller Blick in die Gestaltung des Gehirns nach idealer Auffassung eröffnet wird. Die Selachier bezeichnen ja nach meiner Auffassung den Scheidepunkt in dem Gegensatze der tierischen und zugleich der tierischen und der pflanzlichen

Organisation, der uns geologisch durch das Auftreten und den Untergang der Meeressaurier und der Ammoniten in der mesozoischen Periode vorgeführt wird; und wenn nun hier durch die Kreuzung der Punkt in der Entwicklung des Gehirnes bezeichnet wird, wo einerseits das sich ausbildende Kleinhirn lebhaft an die Pflanzenform (wie die Loben der Ammoniten) erinnert und die Entwicklung des eigentlichen Hauptteiles des Gehirnes beginnt, so darf ich doch wohl hier einen klaren Fingerzeig für das rechte Verständniss der ganzen Ausgestaltung des Gehirnes als der Rekapitulation des idealen Entwicklungsganges und Grundgedankens der ganzen Organisation erblicken. Noch einen Schritt weiter führt uns dann die Entwicklung des Mittelhirns in seinem Verhältnisse zu dem als das Grosshirn sich ausgestaltenden Vorderhirn, wenn wir dabei die Bildung von inneren Hohlräumen im oben erklärten Sinne ins Auge fassen. Das Mittelhirn nämlich endet oben in der Vierhügelplatte, welcher die Sehhügel von vorn her sich annähern und zwischen denen dann die von der ursprünglichen Decke des Zwischenhirnes stammende Zirbeldrüse (Conarium) sich einlagert. Diese Stelle, die man als die Centralstelle des ganzen Gehirnes bezeichnen muss, weshalb sie in einer früheren Zeit als der Sitz der Seele oder des Bewusstseins in Anspruch genommen wurde, ist auch jetzt noch die rätselhafteste Partie des ganzen Gehirnes, weil sie nicht allein negativ, sondern positiv der Deutung ihrer Funktion sich hemmend entgegenwirft (Ein morphologisch wie physiologisch noch unklares Gebilde nennt sie Gegenbauer). Schon von den vier Hügeln kann man keine andere Funktion nachweisen, als dass das vordere Paar in einer gewissen negativen Beziehung zum Gesichtssinne und vielleicht zum ganzen Organismus steht (Die Beobachtungen beweisen, dass das vordere Vierhügelpaar beim Menschen und bei den Säugetieren das Reflexcentrum des Gesichtssinnes ist. Bei den Fröschen erweisen sich die Vierhügel als die Centren zusammengesetzter Fluchtbewegungen nach der Einwirkung von Reizen, sowie solcher Bewegungen, die auf die Erhaltung des Gleichgewichts abzielen (Wundt, Physiolog. S. 780). Vom hinteren Paare weiss man durchaus noch nichts, und die Zirbeldrüse selbst hat nicht allein keine Funktion, sondern sie sondert Krystalle (von kohlensaurem Kalk) aus, die man ebensogut als Excremente, wie als Concremente bezeichnen kann. Hiernach halte ich mich für berechtigt, den so bedeutsam hervortretenden Vierhügeln eine blos negativ-formale Bedeutung beizulegen und in ihnen das Wahrzeichen dafür zu erblicken, dass wir eben im Gehirn den positiven Centralpunkt unseres geistigen Bewusstseins nicht zu suchen haben, wobei man sich immer gegenwärtig halten muss, dass die ganze Organisation nur der stoffliche Ausdruck des schaffenden Gedankens ist, der im Menschen, im Gehirn des Menschen, das Organ des denkenden Geistes schafft, sowie der Krystall (der Kubus) die stoffliche Darstellung des Raumbegriffes ist. Die so signifikante Stellung des Conariums als der fünfte Punkt an der Spitze der im Quadrat stehenden vier Hügel, welcher mit einer nutzlosen Krystallbildung abschliesst, möchte dann auf die ideale Bedeutung der Fünfzahl bei den Dikotylen zu beziehen sein, der gegenüber die tierische Organisation auf die Vier, resp. Zwei sich zurückzieht. Und damit auch diese Beziehung nicht zu weitgehend erscheine, weise ich darauf hin, dass die Vierhügel oder wenigstens das erste Paar zum Gesichtssinne in Beziehung steht, dass dagegen beim Gehörsinne, der beim Menschen ebenso wie das Stimmorgan auf die Sprache angelegt ist, und zwar in Verknüpfung mit der

hier so auffallend hervortretenden Schneckenform, auch eine aussondernde Krystallbildung vorkommt, die aber hier nicht eine überflüssige, sondern eine im höchsten Grade funktionell bedeutsame Bildung ist, wozu noch bemerkt sein mag, dass gerade auch schon bei den Schnecken das Vorkommen von Otolithen eine Rolle spielt. Wir sollten doch nicht vergessen, dass wir erst anfangen, in den wirklichen Zusammenhang der organischen Gestaltung einen Blick zu thun. — Ich habe nun noch auf einen Punkt hinzuweisen, der diesem Versuche eines anfangenden Verständnisses des Gehirns wesentlich zu Gute zu kommen scheint. Ich stütze mich dabei auf den von Gegenbauer (S. 766) gesperrt gedruckten Satz: »Neben der Ausbildung grauer Substanzmasse im Innern beherrscht die Entfaltung der grauen Oberfläche die gesammte Entwicklung des Grosshirns.« Die ganze Masse des Gehirnes besteht nämlich teils aus grauer, teils aus weisser Substanz, d. h. teils aus (multipolaren) Ganglienzellen, teils aus Nervenfasern, wie auch schon das Rückenmark. Nun herrscht in der Anordnung dieser Differenzirung, die offenbar von entscheidender Bedeutung ist (Wir sehen ja leicht, dass ohne diese die Durchführung des tierischen Organismus als organische Einheit nicht möglich war), das Verhältniss, dass die graue Substanz im grossen Ganzen nach aussen geworfen ist, während die weisse das Innere und den Kern bildet, nur dass vereinzelte Partien grauer Substanz auch zwischen der weissen sich finden. Nur scheint es mir von grosser Bedeutung für das richtige Verständniss zu sein, dass an jener verhängnissvollen Centralstelle des Gehirnes, an der Vierhügelplatte und den Sehhügeln das Verhältniss ausdrücklich umgekehrt ist, indem hier der Kern aus grauer Substanz besteht, welche von einer dünnen Lage weisser Substanz überzogen ist, wie es in ähnlicher Weise auch beim Rückenmarke der Fall ist. Die mächtige Entwicklung des Grosshirns, genauer gesprochen des Vorderhirns, zum überwiegenden Hauptteil des ganzen Gehirns ist selbst bestimmt durch die Oberflächenvergrösserung mittelst der die Rinde darstellenden grauen Substanz, und wenn Gegenbauer dieses Verhältniss mit folgenden Worten ausdrückt: »Die Oberflächenvergrösserung bedingt auch eine Vergrösserung des Gesammtvolumens, indem die sich vermehrende Centralorgane vorstellende graue Substanz der Rinde eine Vermehrung der in der weissen Substanz gegebenen leitenden Apparate zur notwendigen Folge hat«, so scheint er mir ganz im Sinne der idealen Auffassung zu sprechen, einmal durch die Klarstellung des der empiristischen Auffassung, welche im Gehirn ein Centralorgan für das einheitliche Bewusstsein suchen muss, geradezu ins Angesicht schlagenden Verhältnisses, dass gerade die Centralorgane — die multipolaren Ganglienzellen — nach aussen geworfen sind, während die leitenden Organe den Kern darstellen, und zweitens, weil eben hierin die weitere Bildung von Hohlräumen (die Seitenventrikeln mit den ihnen angehörenden Bildungen) motivirt ist, auf deren Deutung im einzelnen ich mich nicht einzulassen wage. Was dann aber die die Oberfläche des Grosshirnes modifizirenden, wenn wir wollen, gliedernden Furchen und Windungen angeht (es hängen dieselben mit der Bildung verschiedener Centralapparate durch verschiedene Anordnung der Zellen zusammen), so glaube ich, dass man den allgemeinen Maassstab für die Bedeutung derselben in dem Vergleiche des Grosshirns mit dem Kleinhirn suchen müsste, weil sie ja in der That nur wie eine zwar nicht regellose, aber doch regellosere Wiederholung dessen erscheinen, was in

der pflanzenformartigen Struktur des Kleinhirns ausgesprochen ist. Nach meiner Vermutung stehen wir mit diesen doch schliesslich ins Unbestimmte oder Zufällige sich verlierenden, aber gleichwohl so tief bedeutsamen Windungen auf der Aussenseite des Grosshirns an dem Punkt in der höchsten Organisation, wo das Gesetz für uns in die Zufälligkeit sich verliert, wie wir es in ähnlicher Weise in der Anordnung der Himmelskörper, in der Kombination der Krystallformen, in den organischen Krystalloiden, in den Blütenformen u. s. w. gesehen haben. Jedenfalls halte ich es für ein verfehltes Streben, auf diese Beobachtungen psychologische Schlüsse zu bauen, ehe man sich über die Bedeutung des ganzen Gehirns als sogenanntes Centralorgan klar geworden ist. Etwas genauer darauf einzugehen, wird uns noch das Affenhirn Gelegenheit geben. — Was schliesslich die Umhüllungen des Gehirns angeht, so kann ich es mir nicht versagen, bei der sorgsamen Vorrichtung, wie das kostbare Zielorgan der ganzen Organisation erst in dem festen Schädel gebettet und dann durch die Zwischenhäute und Gewebe — Pia Mater, Arachnoides, dura Mater — in diesem festen Gerüste frei und selbständig vor Erschütterungen gesichert suspendirt ist, noch wieder an die typische Mooskapsel zu erinnern, deren freigelegter Sporensack durch algenartige Fäden mit der Kapselwand und der Centralsäule verbunden ist. Nach meiner Auffassung ist das mehr als eine spielende Analogie. —

Wenn ich nun der jetzigen Kathederwissenschaft zu Gefallen nach dieser Betrachtung des Menschen noch wieder speziell auf die Affen zu sprechen komme, so geschieht es in dem Bewusstsein, dass in der richtig verstandenen und durchgeführten idealen Naturauffassung das Wesentliche in dieser Beziehung schon geleistet ist. Die augenblickliche Verirrung der Wissenschaft ist so grotesk, dass man getrost mit dem Geologen Fraas (Vor der Sündflut, S. 399) sagen kann: »Dass aus einer dieser Affenspezialitäten das Menschengeschlecht hervorgegangen sein soll (und aus irgend einer müsste es denn doch hervorgegangen sein), ist der wahnwitzigste Gedanke, den Menschen je über die Geschichte der Menschheit dachten, würdig, einst verewigt zu werden in einer neuen Auflage der Geschichte der menschlichen Narrheiten.« Das, was die Wissenschaft der Thatsache gegenüber leisten muss, das leistet die ideale Auffassung, indem sie die Berechtigung einer solchen Existenz, wie der Affe in seinem Verhältnisse zum Menschen darstellt, aus dem Ganzen der Organisation nachweist. Der Affe existirt nach dem idealen Verständnisse der Organisation und der ganzen Stoffgestaltung als des idealen Kampfes ums Dasein als Zerrbild des Menschen genau nach demselben Rechte und demselben Gesetze, wonach eine Buxbaumia oder eine Funaria neben Polytrichum steht, und wenn ich diese unscheinbare, aber schlagendste Analogie insbesondere anführe, so wird Jeder, der der Ausführung gefolgt ist, es verstehen, dass ich darin das Grundgesetz der ganzen Organisation ausspreche. So wesentlich aber wie der Mensch seine die ganze Organisation abschliessende Stellung als der Organismus, der die vollendete tierische Organisation unter das ideale Gesetz der Pflanze stellt, schliesslich am klarsten in der Gestaltung seines Gehirnes als der idealen Rekapitulation des ganzen Organisationsplanes und der damit verknüpften Ausbildung seiner Stimmwerkzeuge als Sprachorgan, sowie im Gegensatze zu diesen der geschlechtlichen Generationswerkzeuge in der Verbindung mit der negativen Seite des Organismus ausdrückt, so wesentlich muss sich der tierische Or-

ganismus, welcher die Karrikatur der Menschengestalt ausprägt, einerseits in der Gestaltung des Gehirnes und anderseits in der analogen Gestaltung der Stimme und der Generationswerkzeuge offenbaren; und so verstehen wir die ganze Erscheinung des Affengeschlechtes naturwissenschaftlich so vollständig, wie irgend eine andere. Lassen wir, um nicht das Obscöne mehr als notwendig ist hereinzuziehen, die Generationswerkzeuge und verschieben wir die Gestaltung des Gehirns auf den Schluss, so stellt sich naturwissenschaftlich das Verhältniss des Affen zum Menschen so. Vorab bemerke ich, dass ich, wenn ich dem Darwinisten sein Recht thun wollte, nicht vom Affengeschlecht im Allgemeinen, sondern von den sogenannten anthropoiden Affen, dem Orangutang, Chimpanse und Gorilla sprechen müsste. Der Beweis, wie sich das Geschlecht der Halbaffen, welche noch wie alle jene diskoplazentalen Nebenformen ganz lissencephal sind, dann die Platyrhinen und die geschwänzten Katarhinen, welche auch ein noch mehr oder weniger glattes Gehirn haben, denkend zu den Formen der Anthropoiden, aus denen dann der Mensch hervorgegangen sein soll, herauf entwickelt haben, läge offenbar noch erst dem Affengläubigen ob, und leicht möchte, wenn ja das Gehirn in der Weise das Organ des Denkens sein soll, dass wir Gott oder sonst ein rein geistiges nicht denken können sollen, weil wir ein Gehirn ihm nicht beilegen, der Beweis nicht zu liefern sein, wie ein Wesen den Ursprung des Denkens repräsentiren soll, dem die wesentliche Beschaffenheit des Denk-Organes noch mangelt, wobei man sich auf die kunstvollen Insekten etwa, die noch gar kein Gehirn haben, nicht berufen wird, denn dann hätte sich ja gezeigt, dass Denken auch ohne Gehirn möglich ist. — Doch will ich mich des Vorteils begeben und zunächst mich an das halten, was naturwissenschaftlich feststeht, dass der Mensch nach seiner leiblichen Organisation als Diskoplazentale zu den Affen in naher Beziehung steht und dass unzweifelhaft von allen Tieren der Affe den meisten Anspruch darauf hat, als Karrikatur des Menschenleibes zu gelten. Denn dass wir umgekehrt den Affenleib als das Ideal des Menschen und nicht den Menschen, ich meine den Menschen nach seiner leiblichen Erscheinung, als das Ideal der tierischen oder der ganzen Organisation ansetzen sollten, das wollen wir doch auch dem Darwinisten noch nicht zumuten. — Nun ist aber das, was naturwissenschaftlich der Mensch mit dem Affen spezifisch gemein hat (abgesehen, wie gesagt, hier noch vom Gehirne der Anthropoiden) in der That sehr wenig. Denn dass der Mensch diskoplazental ist, das hat er nicht bloss mit den Affen, sondern auch mit den Nagern Insektenfressern Fledermäusen und dem grössten Teile der Edentaten gemein, woraus wir sehen, dass die scheibenförmige Plazenta ein gemeinsames Merkmal aller der Formen ist, welche nach der idealen Auffassung ausserhalb der typischen Säugetierentwicklung neben den Indeziduaten und den zonoplazentalen Deziduaten sich stellen und nach der einen und andern Seite hin den typischen Säugetiercharakter verleugnen, was natürlich auch vom Menschen gilt, freilich in einem anderen Sinne, als von den übrigen Diskoplazentalen, wie dann auch der Mensch in seinem Gehirn den geraden Gegensatz des lissencephalen Diskoplazentalen bildet. Was aber die Karrikatur des Menschenleibes gerade im Affen angeht, so ist klar, dass, wenn wir diesen als das der ganzen Säugetierorganisation durch die Differenzirung der Extremitäten und die aufrechte Stellung bedingte vorschwebende Ideal erfassen, der Affe gerade die überschlagende

Form der mittleren ideal durch den Menschen vertretenen Entwicklung darstellt, wie die Fledermäuse in der Richtung auf die Vögel und die Edentaten in der Richtung auf die Reptilien stehen. Ohne den Affen würde die ideale Auffassung eines wesentlich ergänzenden Gliedes entbehren. — Weiterhin schliessen sich nun die Affen wie alle genannten diskoplazentalen Nebenformen dem Typus der Greiftiere an in der Weise, dass die Vierhändigkeit eben diesen Charakter der Ausbildung aller vier Extremitäten als Greifwerkzeuge in überschlagender Weise darstellt, etwa im Gegensatze zum Pferde als Einhufer. Sie zeigen dabei aber in dem Halbaffen eine Beziehung wie einerseits zu den Fledermäusen, so anderseits zu den Edentaten, und in der Ausbildung der Krallen als Nägel zugleich auch noch zu den Huftieren, denn die Nägel sind eine mindere Hufbildung. Mit der ausgleichenden Mittelstellung, die sie hiernach einnehmen, hängt dann das vollkommene Gebiss zusammen, worin sie sich dem Menschen am meisten nähern (einige haben auch hier die überschlagende Karrikatur darstellend mehr wie 32 Zähne), wonach sie auch zum omnivoren Leben bestimmt sind, obwohl sie als Baumbewohner vorzüglich von Früchten und daneben aber auch von Insekten, kleinen Vögeln und Würmern leben. — Besonders beachtenswert sind nun die Beziehungen der Unterabteilungen. Man kann, wie es jetzt gewöhnlich geschieht, die Halbaffen (Prosimii) von den eigentlichen Affen abtrennen, die Beziehung als Quadrumana bleibt aber doch bestehen. Dass, wenn bei ihnen erst zwei Extremitäten mit Händen entwickelt sind, diese die beiden hinteren sind, zeigt deutlich an, in welchem Sinne die Umwandlung der vier Extremitäten zu Händen bei den Affen zu verstehen ist. Eben dasselbe ist der Fall, wenn bei der Familie der Hapaliden, welche zu den eigentlichen Affen gehören, nur die hinteren Hände Nägel statt Krallen haben. Und in derselben Richtung liegt es noch, wenn bei einem Teile der langgeschwänzten Affen der Schwanz als Wickel- und Greifschwanz sich gestaltet, indem die letzten Wirbel sich verbreitern. Offenbar zeigt dieses alles eine einseitige Richtung auf Ausbildung der Extremitäten zu Greifwerkzeugen an in entgegengesetzter Richtung von der im Menschenleibe erreichten Ausgleichung. Ein Kennzeichen für die überschlagend-rückschreitende Stellung der Affen ist auch der bei den Halbaffen wie bei den Beuteltieren zweiförmige Uterus. — Was dann die äussere Annäherung des Affen an den Menschenleib angeht, so ist auch hier wohl zu beachten, dass eine solche allerdings in der karrikaturenartigen Weise beim Affen am meisten hervortritt, dass sie aber keineswegs etwas vereinzeltes ist, sondern als ein durch die ganze Säugetierentwicklung in deutlich erkennbarer Weise sich ergebender Zug, wie wir ja auch nicht anders erwarten können, wenn wirklich der Mensch als der Zielpunkt der ganzen Organisation gedacht ist, die im Säugetiere die nächste Grundlage für den Menschen bildet. Ein der menschlichen bis auf die senkrechte Stellung der Zähne, die den Kiefer des Menschen so charakteristisch vom Affen unterscheidet, sich annähernde Zahnbildung findet sich beim Anaplotherium, also sehr charakteristisch gerade in der die höhere Entwicklung der Säugetiere vorbildenden Form. Eine ganz auffallende äussere Annäherung an den Hauptteil in der Gestalt des Menschen in dem Bau des Kopfes, der sich mit kurzem, wie beim Menschen aus 7 Wirbeln bestehenden Halse von der Brust absetzt, die beim Weibchen die Milchdrüsen trägt, findet sich bei den Sirenen, wie bei ihren Collegen, den

Robben, in der äusseren Gestalt des Gehirnes. Eine starke Annäherung an die menschliche Schädelbildung mit senkrechter Stirn im Gegensatz zu dem flachen Schädel der Affen findet sich beim Elefanten, was hier um so auffallender ist, weil das Gehirn verhältnissmässig klein ist, indem die leeren Stellen mit Fett ausgefüllt sind; auch im Bau der Vorderfüsse zeigt der Elefant eine Annäherung an den Menschen. Auch die eigentümliche Aehnlichkeit des Frosches mit der Menschenfigur, die namentlich auch durch den gänzlichen Verlust des Schwanzes sich ausspricht, braucht uns nicht mehr als eine blosse Spielerei zu erscheinen, wenn wir die Stellung der Amphibien richtig bestimmt haben. — Treten wir nun so vorbereitet endlich an die drei Formen der anthropoiden Affen heran, die der jetzigen Naturwissenschaft die besondere Begründung ihrer Hypothese der Abstammung des Menschen, wenn auch nicht von einer dieser Formen, so doch vom Affengeschlecht im Allgemeinen, als einer vierten Form neben den drei Anthropoiden an die Hand geben, so sprechen — rein naturwissenschaftlich — zwei Umstände gegen eine solche und für die ideale Auffassung, erstens, dass gerade diese Anthropoiden in der der menschlichen sich annähernden Schädelbildung nicht voran-, sondern zurückschreiten. Gerade bei den Anthropoiden ist die Schädelbildung in der ersten Anlage der menschlichen näher als beim ausgewachsenen Tiere, und ebenso stehen auch in diesem wichtigsten äusseren Merkzeichen die Anthropoiden hinter den anderen unvollkommenen Affenarten zurück. Das drückt schon ganz die Stellung aus, die ich nach der idealen Auffassung dem Affen vindizire. Ganz dasselbe ist der Fall mit dem zweiten Umstande, dass die äussere Annäherung der Affen an den Menschen in der Weise erfolgt, dass die Merkmale der grösseren Annäherung sich differenziren, bei dem einen mehr in diesem, bei dem anderen in einem anderen Punkte erfolgen, in welcher Beziehung ich znnächst die Worte Häckels (Schöpfungsgeschichte, p. 576) anführe: »Ich beschränke mich auf die Mitteilung des wichtigsten allgemeinen Resultates, welches die allseitige Vergleichung mit dem Menschen ergeben hat, dass nämlich jeder von den vier (drei) Menschenaffen dem Menschen in einer oder einigen Beziehungen näher steht, als die übrigen, dass aber keiner als der absolut menschenähnlichste bezeichnet werden kann.« Was den Gibbon (Hylobates) angeht, den Häckel den Anthropoiden hinzufügt, so hebe ich nur den Umstand hervor, dass dieser zu seiner sonstigen gerade hier recht karrikaturenartigen Menschenähnlichkeit namentlich auch mit einem Kehlsacke begabt ist, der ein Heulen ermöglicht, was bei dem geschwänzten platyrhinen Brüllaffen in einem noch viel höheren Grade der Fall ist, wo der Kehlsack oder die Kehlsäcke mit einer blasenförmigen Erweiterung des Zungenbeins verknüpft sind, ganz ähnlich wie auch die anderen karrikaturenartigen Nachbildungen der menschlichen Erscheinung bei den übrigen Affen in noch mehr gesteigertem Grade sich zeigen, wie bei den Anthropoiden. Dass nun diese ganze Erscheinung, wie bei den Affen die Menschenähnlichkeit sich differenzirt und in gesteigerter Weise das Menschliche karrikirt, durchaus und in jeder Weise der idealen Auffassung zu Gute kommt, wird jedem klar sein, der der Ausführung gefolgt ist. Sie ins Einzelne zu verfolgen, sehe ich mich aus verschiedenen Gründen nicht veranlasst. Ich hebe nur die Karrikatur des menschlichen Sprachorgans beim Mycetes und des Gesichtes beim Mandrill hervor, um, nachdem ich namentlich am letzteren den Weg angedeutet habe, wie ich durch die ideale Auffassung zum Ver-

ständnisse auch einer solchen Erscheinung gelange, mit einem allgemeinen Rückblicke von der Beschaffenheit des Gehirnes aus zu schliessen. Die buntgefärbten Gesichter der Mandrille, die in dieser grellen Weise bei den Anthropoiden nicht vorkommen, sind gewiss eine sonderbare Erscheinung, für die man nicht leicht an eine Erklärung denkt, obgleich sie als eine Karrikatur des menschlichen Antlitzes leicht ins Bewusstsein fallen. Verfolgen wir aber den Zusammenhang, so können wir es wohl verstehen, wie in der Stellung der Affen vermöge ihrer Beziehung auch zu den Vögeln, bei denen wieder ihre Beziehung zur Pflanze den besonderen Anteil an der bunten Färbung und dem Farbenschmuck, der seinen eigentlichen Sitz in den Blüten der Pflanzen hat, bedingt, dieses Farbenspiel im Affengesichte motivirt ist, womit natürlich der Untersuchung, wie in dem einen und dem andern Falle die Färbung zu Stande kommt, nicht vorgegriffen sein, wohl aber darauf hingewiesen sein soll, dass die jetzt als wissenschaftlich geltende teleologische Erklärung solcher Erscheinungen in der Natur, die als eine nebenbeilaufende Rücksicht nicht ganz verworfen werden soll, die ganze Erscheinung durchaus nicht deckt und nur einen sehr geringen Teil von dem erreicht, was die ideale Auffassung im Ganzen erfasst. — Was dann den nach dem augenblicklichen Stande der Sache wichtigsten Punkt, die Bildung des Gehirnes angeht, so stellt sich hier die Thatsache in einer ganz besonders günstigen Weise für die ideale Auffassung. Dass der Bau des Affengehirns bei den Anthropoiden seiner inneren Ausbildung nach wesentlich mit dem menschlichen übereinstimmt, versteht sich nach dem Gesagten von selbst; das ist ja eben der Punkt, wodurch der Affe als die Karrikatur des Menschen hingestellt ist gerade so gut, wie eine Buxbaumia nur als ein in überschlagender Weise akrokarpisches Moos die Karrikatur der typischen Moosform, oder eine Rafflesia, die ich hier mit Beziehung auf die Hohlräume im Gehirn wegen ihres Fruchtknotens noch besonders anziehen möchte, nur als eine der ganzen höchsten Blütenbildung sich anschliessende Form als die Karrikatur der Blütenidee verstanden werden kann. Es kommt bei der Vergleichung des Menschengehirnes mit dem Affengehirn hauptsächlich auf die Ausdehnung des grossen Gehirnes und die damit enge zusammenhängende Bildung der Furchen und Windungen auf der Aussenseite des Grosshirns an, und da lassen sich bei dem im Einzelnen noch sehr schwankenden und unsicheren Stande der Beobachtung einige allgemeine Grundzüge herausheben, die mir für die ideale Auffassung vorläufig genügen und jedenfalls, wie schon angedeutet, wichtiger sind, als die ins Einzelne sich verlierende Beobachtung, deren Wert nicht zufällig, sondern wesentlich, ein sehr prekärer und zweifelhafter ist. Die ursprüngliche Grundform oder Grundzeichnung auf der Oberfläche des Gehirnes beim Menschen wie bei allen höheren Säugetieren wird gebildet durch eine die tiefe Furche, welche das Grosshirn in seine beiden Hälften teilt, beiläufig in der Mitte durchschneidende oberflächliche Querfurche, so dass die mehr oder weniger deutliche Form des Kreuzes sich darstellt. Während nun diese ursprüngliche Form durch die weitere Entwicklung in dem Labyrinthe der Windungen bei den verschiedenen Säugetieren untergeht (beim Hunde, der am meisten untersucht ist, scheint sich die Bedeutung der Sache in der Herausbildung von vier der Vierteilung der Gehirnrinde entsprechenden Gangliencentren auszusprechen), wird beim menschlichen Gehirne jene ursprüngliche Form nicht freilich kräftig ausgebildet, aber doch deutlich

erhalten und durchgesetzt (vgl. die Abbildung bei Gegenbauer, Anatomie des Menschen, p. 805), und das entspricht genau der idealen Auffassung des Gehirnes als einer rekapitulirenden Wiederholung des Grundgedankens der ganzen Organisation, wenn wir nur die Grundbeziehung der Kreuzform und der Vierteilung auf die typische Krystallform und die Beziehung der ganzen Organisation auf dieselbe im Auge behalten, wobei ich namentlich hervorhebe, dass eine noch evidentere Durchsetzung der Vierteilung, wenn etwa der Längsfurche eine gleichtiefe Querfurche entsprechen sollte, ein Nimium sein würde. Nach dem richtigen Verständnisse durfte die allerdings die ganze Organisation, insoweit sie materielle Raumausfüllung ist, und deshalb auch das Menschengehirn beherrschende Beziehung auf die typische Krystallform äusserlich im Grosshirn nicht bis zu dem Grade evident ausgedrückt sein, wie in der kubischen Gestalt der typischen Mooskapsel und wie die Beziehung zur Pflanze im Kleinhirn. Dieses Verständniss erreicht nun seinen Höhepunkt in der Vergleichung des Affenhirns mit dem Menschenhirn, wenn wir erfahren, dass einerseits das Gehirn bei den unvollkommenen Vierhändern im Unterschiede von allen andern höheren Säugetieren absolut glatt, ohne jene erste Zeichnung auftritt und dass dann die höchstentwickelten Affen in den Anthropoiden nicht wie der Mensch dieselbe andeutend bewahren und durchsetzen, sondern in einen, wir wollen vorläufig sagen, schwer zu entwirrenden Knäuel übergehen und auch hier jene Differenzirung der Menschenähnlichkeit eintreten lassen (Gerade der Gorilla bleibt, was die Ausbildung des Grosshirnes angeht, merklich hinter dem Orang und Chimpansee zurück, und scheint von diesen bei dem einen die Entwicklung mehr nach hinten, bei dem andern mehr nach vorn gelegt zu sein, wenn man die von Bischof mitgeteilten Darstellungen dieser Gehirne vergleicht), welche der jetzt geltenden Wissenschaft zu der leichten Hypothese Veranlassung geben, dass man für den Ursprung des Menschen (abgesehen von den Alalen Häckels) noch wieder eine andere nicht aufzuweisende Affenform statuiren müsse, worin aber die ideale Auffassung, die den Charakter der Naturwissenschaft zu bewahren und das Vorhandene denkend zu verstehen sich bemüht, nicht aber nicht Vorhandenes fingirt, nur eine abschliessende Bestätigung ihrer Richtigkeit erkennen kann. — Ich komme zum Schlusse noch einmal auf die Beziehung des Mooses zum Menschen, als den beiden Grenzpunkten der ganzen Organisation in ihrem Verhältnisse zur typischen Krystallform zurück, um in der Durchführung bis zum Verständnisse des Affen als Karrikatur des Menschen ein Uebriges zu thun. Beim Moose sehen wir dem in seiner Stellung zur ganzen Gestaltung in seiner kubischen Kapselform bezeichneten Polytrichum gegenüber an zwei Stellen eine karrikaturenhaft verbildete Form auftreten, einmal in der Vorstufe in Funaria, welche die ganze in der normalen Entwicklung sich differenzirende Gestaltung ungefügig zusammenhält, und dann in den Rückschrittsformen, unter denen Buxbaumia und Diphyscium als die bedeutsamsten, weil auf den Grundgedanken der Gestaltung des Mooses am tiefsten eingehend, hervortreten. Diese klare Unterscheidung einer typisch-anomalen Form in der Vorstufe, also in aufsteigender, und einer solchen in rückschreitender Entwicklung geht freilich als ein idealer Grundzug durch die ganze Gestaltung, kann aber der Stellung gemäss nur dies eine Mal im Moose so ausdrücklich und evident hervortreten. Beim Affen, als der Karrikatur des Zielpunktes der ganzen Gestaltung,

des Menschen, kann sie, wenn die Auffassung richtig ist, nur in der Weise sich einstellen, wie wir es in der Wirklichkeit sehen, dass in einem engeren, dem Menschen zunächstliegenden Kreise in leisen inneren Differenzen (in der Bildung des Gehirnes) die Ueberschreitung der im Menschen erreichten Ausbildung angezeigt wird (wo allerdings der Gibbon als der vierte neben den drei eigentlichen Anthropoiden, wegen der Stimmwerkzeuge seine besondere Bedeutung behaupten möchte), um dann die Karrikatur nach den verschiedenen Richtungen ausführend in den Halbaffen bis zur äusseren Ausgleichung des Fledermaus- und des Edentaten-Typus und daher bis zu den Beuteltieren und in der Gehirnbildung bis selbst unter die Beuteltiere hinabzusinken, gerade so, wie wir in den Blutkörperchen die Säugetiere bis zur kernlosen Zelle, und in den Sarkodetieren das ganze Tierreich noch eine Stufe unter die Algen (Diatomeen) hinabgreifen sehen. Eine genaue Durchführung der Gestaltung der Moose von der einen und der Gestaltung der Affen von der anderen Seite von diesem Gesichtspunkte aus würde wohl der schlagendste Beweis für die Richtigkeit meiner Auffassung sein, auf den ich mich jedoch der Verhältnisse wegen nicht mehr einlassen kann. —

---

Die letztere Bemerkung, womit ich meine Ausführung beschliesse, gibt mir den Anhalt, zunächst meine ideale Auffassung vom rein naturwissenschaftlichen Standpunkte aus, auf dem ich mich bisher gehalten habe, mit dem jetzt als wissenschaftlich geltenden zu confrontiren, resp. die in dieser Beziehung eingestreuten Gesichtspunkte zu sammeln, um dann auf den über der Naturwissenschaft als solcher hinausliegenden philosophischen oder Glaubensstandpunkt hinzuweisen, von dem aus ich meine den rein naturwissenschaftlichen Charakter beanspruchende ideale Auffassung durchführe. Ihr gegenüber stehe ich nicht an, das, was man jetzt Naturwissenschaft nennt, für einen unhaltbaren irreführenden Schein zu erklären, nicht insoweit es sich um die Feststellung des Thatsächlichen handelt, sondern weil durch die in den Zustand eines Deliriums gerathene Philosophie das Denken die Fähigkeit verloren hat, den Stoff, nämlich das durch die Beobachtung Erbrachte, zu beherrschen. Die ideale Auffassung unternimmt es, auf dem Wege richtiger Begriffsbestimmung, wo der Begriff nicht als eine metaphysische Potenz, aber wohl als das relativ, d. h. nach dem Grade und Stande des durch die Beobachtung Ermöglichten, unerlässliche Bedingung des richtigen Denkens, vor Allem auch des richtigen Schliessens und daher der richtigen Erkenntniss, geltend gemacht wird, die Naturerscheinungen als ein Ganzes in ihrem inneren Zusammenhange zu erfassen, wobei ihr einerseits nach dem Stande unseres Denkens die Hypothese vollberechtigt, anderseits aber die willkürliche Suppostion von Thatsachen principiell verpönt ist. Wenn ich durch die Annahme, dass dem atomisirten und differenzirten und dadurch in der Bewegung befindlichen Stoffe der seiner Idee nach eine und einige Stoff, dessen Grundcharakter die Trägheit, d. h. das Beharrungsvermögen, resp. das Unvermögen, aus sich eine Bewegung zu beginnen, sich in einen anderen Zustand zu versetzen, ist, voraus liegt, die Grundlage und den Schlüssel für die ganze diesseitige Naturerscheinung gewinne, so weiss ich, dass das naturwissenschaftlich eine Hypothese ist, dass ich aber auch nicht blos mein naturwissenschaftliches Denken, sondern mein

Denken überhaupt zerstören würde, wenn ich meinte, mehr als eine Hypothese daraus machen zu sollen und zu können. Ich kann es vollständig fassen, dass die chemische und physikalische Stoffbewegung auf einem nicht vom Stoffe ausgehenden, aber in den Stoff hineinwirkenden Principe beruht, welches in den Stoff die Atomisirung und mit der Atomisirung, weil ja nun zwei gegeneinander wirkende Principe sind, eine Differenzirung und eine durch dieselbe mit der Tendenz auf die Herstellung des Gleichgewichtes, welches ideal in dem ursprünglich einen Stoffe vorhanden ist, bewirkte Bewegung hervorbringt und dass durch eine partielle Aufhebung der Differenzirung in der (chemischen) Neutralisation eine annähernde Aehnlichkeit an die Idee des Urstoffes bewirkt und in einer gewissen Weise im Organischen durch ein Zusammenwirken des Ponderablen und Imponderablen diese Annäherung, welche zugleich durch die Formgestaltung die noch weitergreifende Ausgleichung des ganzen Schöpfungsgegensatzes ausprägt, noch gesteigert wird; aber ich würde die Grundlage meiner Annahme zerstören, wenn ich den Anspruch erheben wollte, in dieser Weise den Urstoff selbst erreichen oder darstellen zu können. So lange und soferne mein Denken als vorstellendes an die Thatsache des atomisirten und differenzirten Stoffes und seiner Gestaltung gebunden ist, wäre das Verlangen, den unreinen Stoff zu mehr als einer wissenschaftlichen Hypothese zu erheben, ein ähnlicher Unsinn, als wie seiner Zeit der Materialist Vogt die Seele auf dem Präsentirteller verlangte. Mit meiner naturwissenschaftlichen Hypothese vom ursprünglich einen Stoffe, auf dessen partieller Atomisirung und Differenzirung unsere diesseitige Naturerscheinung beruht, steht es, denke ich, in diesem Augenblicke so wie mit der kopernikanischen Hypothese vom Weltsysteme vor Keppler und Newton. — Die andere Seite in der Grundlage meiner idealen Auffassung, die unbedingte Verpönung jeder willkürlichen Supposition tritt hauptsächlich in dem zweiten Teile, der Auffassung der Gestaltung und speziell des Organismus als des Kampfes um die Idee des Menschen und zwar zunächst des Menschenleibes ins Bewusstsein. Die Supposition der Bedingungen der Organisation auf anderen Weltkörpern als auf der Erde, die unbegrenzte Supposition untergegangener Zwischenformen zum Behufe der sogenannten Phylogenesis; die Supposition von theoretischen Ergänzungen, um die Formen aufeinander zu überführen, das alles sind nicht naturwissenschaftlich berechtigte Hypothesen, sondern Lückenbüsser für eine mangelhafte Erkenntniss des Vorhandenen, willkürliche Voraussetzungen im Dienste eines bequemen Denkens, welches dem Einzelnen fleissig genug nachgeht, aber das Einzelne zusammenzufassen nicht den Mut und die Kraft hat. Wenn dann das Denken, welches auf dem ohne Zweifel sehr mangelhaften Bestande nicht blos unseres dermaligen, sondern selbst unseres möglichen Naturwissens feste und auschliessende Ergebnisse zu bauen unternimmt, notwendig von dem Vorwurfe eines voreiligen und unbedachten Vorgehens getroffen zu werden scheint, so ist das insoweit begründet, als alle unsere Naturerkenntniss hypothetisch bleibt, was man in diesem Sinne auch in diesem Augenblicke noch vom kopernikanischen Systeme sagen kann, weil keine Kunst es je ermöglichen wird, die Bewegung der Planeten von oben her so zu sehen, wie ich die Bewegungen in einer Zelle mit dem Mikroskope sehe; absolut genommen würde aber dieser Vorwurf nur dann begründet sein, wenn die moderne Voraussetzung richtig wäre, dass das menschliche Denken nicht

in sich, d. i. in einer über der Natur erhabenen Quelle, sondern eben erst in der Natur, d. h. hier in der Stoffgestaltung seinen Ursprung und sein Gesetz hätte; dass nicht die ganze Organisation das Werk einer höchsten denkenden Vernunft, sondern unser menschliches und subjectives Denken nur die Efflorescenz der Stoffgestaltung und der Organisation sei, für welche wir dann keinen Urheber und keine Begründung mehr finden könnten. So ist aber nicht die Lage und die Wahrheit unseres naturwissenschaftlichen Denkens; wir sind darauf angewiesen, aus dem Bruchteil, den wir in Händen haben, denkend das Ganze zu erfassen, nur dass es eben nach richtiger Begriffsbestimmung mit Zuhülfenahme der Hypothese, nicht aber, was mein Vorwurf gegen die modernste Naturwissenschaft ist, bei unterlassener Begriffsbestimmung mit willkürlichen Voraussetzungen und Phantasien geschehe. Ich bin mir bewusst, dass der Mechanismus der Beobachtung durch meine denkende Erfassung zu einer anderen Methode hinübergeleitet wird, die dem Geiste der Wissenschaft entspricht und ihr im Bewusstsein der Menschheit die Zukunft und das höhere Ziel in Wahrheit wieder zeigt, welches die an die Stelle der Schöpfung sich setzende Entwicklungshypothese und der Darwinismus nur als ein trügendes Blendwerk ihr vorgaukeln kann. Der logische Fehler der Entwicklungstheorie im darwinschen oder häckelschen Sinne besteht darin, dass sie die der Beobachtung unterliegende Entwicklungsidee des Individuums, statt darin ein Moment für die Bestimmung der Art zu erblicken, unvorsichtig und ohne hinlänglichen Grund auf die Entwicklung der Arten auseinander überträgt, ein Schritt, wobei einerseits übersehen wird, dass jede Entwicklung eines neuen Individuums in seinem Anfange aus der Zelle an die aus dem mütterlichen Organismus seiner Art entwickelte Zelle gebunden ist (daher die ganze Theorie auf der petitio principii beruht, dass die Entwicklung der freien Urzelle zum Organismus ohne die Voraussetzung eines mütterlichen Organismus so habe vor sich gehen können, wie wir in der Beobachtung die Neugestaltung aus der Embryonalzelle erkennen, wozu dann kommt, dass diese thatsächlich durch den Process der Desorganisation dieser Zelle in Folge der Befruchtung auf ein ganz anderes Gesetz der Entwicklung, eben das ideale, hinweist) und welcher anderseits nur durch eine Menge willkürlicher Voraussetzungen aufrecht erhalten werden kann und daher, wenn er gleichwohl aufrecht erhalten werden soll, zu den abenteuerlichsten das besonnene naturwissenschaftliche und alles Denken zerstörenden Konsequenzen führt. Die Thatsache ist, dass wir nicht ein Chaos, wo Alles aus Allem wird, sondern eine Ordnung und fest umgrenzte Formen in der Natur vor uns haben, die allerdings dem Denken eine Aufgabe, aber wie die ideale Auffassung zeigt, keine unlösbare Aufgabe stellt. Dass die Sache für die Zeit des Werdens um kein Haar breit anders steht, wie für unsere relativ fest gewordene Gegenwart, hat uns der geologische Process gezeigt; der Unterschied ist eben nur der, dass wir dort die Ordnung im kämpfenden Process sich herausbilden sehen, deren wir uns jetzt als einer relativ festen erfreuen. Dass die Arten auseinander entstanden seien, dafür liefert uns die Werdezeit ebenso wenig den Beweis, wie die Gegenwart, und wenn es in einigen Fällen in der Weise der Varietätenbildung, wie sie auch jetzt stattfindet, nahe gelegt scheint, so stösst der Gedanke anderseits auf die logische Unmöglichkeit. Abgesehen aber von der Frage, ob die Entstehung der Arten oder Formen auseinander auf phylo-

genetischem Wege stattfinde oder stattgefunden habe, kommt dann ja doch erst die eigentliche Hauptfrage zur Sprache, ob denn in dieser Formbildung und Gestaltung ein Gesetz, ein leitender Gedanke oder der blosse Zufall herrsche, so dass wir unter allen Umständen denkend auf die Schöpfungsfrage zurückgeführt werden. Ich stehe damit an meiner abschliessenden Frage nach dem Verhältnisse der idealen Naturauffassung zur christlichen Schöpfungslehre oder zur Offenbarungsthatsache und zur Grundlage unseres Glaubens, und ich kann die Beantwortung dieser Frage mit der Bemerkung einleiten, dass ich in Betreff der Schöpfungslehre nicht zwar der Kirche, wohl aber der Theologie mit demselben Vorwurfe entgegentrete, wie in Betreff der Natur der Philosophie und der Naturwissenschaft, dass es nämlich an der durchgeführten richtigen Begriffsbestimmung fehlt. Da ich mich hier auf meine katholische Dogmatik berufen kann, so werde ich das hier Einschlägige nur in wenigen kurzen Sätzen hinstellen. — Schöpfung ist im Sinne unseres Offenbarungsglaubens nicht ein unbestimmter, sondern ein ganz bestimmter und fest umgrenzter Begriff, d. i. es ist eben ein Begriff und das, was aller Begriffsbildung zu Grunde liegt. Zum Begriffe der Schöpfung im Sinne des Offenbarungsglaubens gehört es nämlich wesentlich, dass die Schöpfung sich realisirt in dem Gegensatze von Geist und Stoff, und bis dahin ist die richtige Begriffsbestimmung im dogmatischen Process der Kirche wenigstens gediehen, dass dies mit bestimmten und klaren Worten als Grundlage des Glaubens ausgesprochen ist (in den Worten des Conc. Lateran. IV. cp. I: Firmiter credimus et simpliciter confitemur, quod unus solus et verus deus . . . creator omnium visibilium et invisibilium, spiritualium et corporalium, qui sua omnipotenti virtute simul ab initio temporis utramque de nihilo condidit creaturam, spiritualem et corporalem angelicam scilicet et mundanam ac deinde humanam, quasi communem ex spiritu et corpore constitutam), was aber von der Theologie bis dahin nicht verwertet worden ist. Wir sehen leicht, dass hiernach die Realität des endlichen Gegensatzes, der reale Gegensatz vom geistigen und stofflichen Sein, der anderseits die schlechthinige Grundlage alles philosophischen Denkens ist, mit dem Begriffe der Schöpfung zusammenfällt; wir können Schöpfung logisch definiren, als Begründung des Endlichen im Unendlichen, in Gott, vermöge eines göttlichen Willens-, resp. Bewusstseinsaktes. Nun haben wir eine zweite, ebenso gewisse, obwohl in ihrer Bedeutung dogmatisch noch nicht so ausdrücklich formulirte Offenbarungslehre von der Ursünde, vom Falle im Geisterreiche, welcher theologisch, sowie die Schöpfung der Geister im ersten Satze der Offenbarung: Im Anfange schuf Gott Himmel und Erde, angedeutet ist, als ein gleich nach dem ersten Schöpfungsakte eintretender Vorgang angesetzt werden muss, so dass das mit der Schöpfung des Menschen abschliessende Sechstagewerk, theologisch als die zweite Schöpfung bezeichnet, zwischen die Ursünde im Geisterreiche und die Schöpfung des Menschen fällt, philosophisch aber als der einzig denkbar mögliche Ursprung des Bösen in der Schöpfung Gottes geltend gemacht werden muss. Und wenn wir nun diese zweite Thatsache mit der Schöpfung in die rechte Gedankenverbindung setzen, so ergibt sich der Standpunkt, den ich als den idealen für die Naturforschung ausgeführt habe, so dass sich hier das philosophische oder logische Moment und Bedürfniss der richtigen Begriffsbestimmung theologisch und naturwissenschaftlich so ergänzen, dass eine allseitig befriedigende Aussicht in die

Zukunft der Entwicklung des menschlichen Bewusstseins auf Erden eröffnet wird. Vor Allem habe ich hier dieses Zusammenfallen, diese innere Identität des Offenbarungsstandpunktes und der idealen Auffassung klar zu legen. Das hängt aber lediglich davon ab, dass wir den realen Gegensatz von Geist und Stoff als die Urthatsache und den wesentlichen Begriff der Schöpfung scharf erfassen und festhalten, wie wir denn damit klar an der Alternative zwischen Glauben und Unglauben, resp. Denken und Materialismus stehen. Denn ist in der That der Geist, das geistige Sein, auch nur wie wir uns zunächst als Menschen in uns unmittelbar desselben bewusst sind, nicht als ein reales gegenüber dem Stoff festzuhalten (sondern nur eine Funktion, eine Efflorescenz, ein Formales am Stoffe, wie wir Menschen in unserem dermaligen Zustande leicht meinen können), dann haben wir natürlich dem Denken den Abschied und dem Materialismus Raum gegeben. Da wir Geistiges nur geistig erfassen können, so ist, wenn das Geistige in uns nicht real ist, alle Realität des Geistigen geleugnet. Ist aber geistiges Sein als ein Reales gegenüber dem Stoffe zu denken und festzuhalten, dann steht auch im Denken der vom Glauben verlangten Wahrheit nichts entgegen, dass, wie im Menschen Geist und Stoff real verbunden sind und eine reale Einwirkung des Geistes auf den Stoff, ein Gleichgewichtsverhältniss zwischen dem Geiste und dem Stoffe (Körper) stattfindet, dessen ich mich in mir in jedem Momente des Kampfes mit meiner Sinnlichkeit, des Geistes mit dem Fleische, bewusst werde, so auch im Ganzen der Schöpfung ein reales Verhältniss, sagen wir auch hier ein Gleichgewichtsverhältniss zwischen der geistigen und der stofflichen Seite der Schöpfung im Begriffe der Schöpfung als eines Ganzen begründet ist. Die Verdunklung dieses Grundverhältnisses in unserem Bewusstsein beruht lediglich auf der unrealen Auffassung des Geistes, die in dem dermaligen Standpunkt unseres Denkens motivirt ist. Wenn wir demnach dem Glauben gemäss den realen Gegensatz von Geist und Stoff als den Urgegensatz der Schöpfung festhalten, so bedarf es nur der richtigen Begriffsbestimmung in der Unterscheidung der beiden Glieder des Gegensatzes, um die ideale Auffassung gewissermaassen a priori zu konstruiren, vorausgesetzt, dass Gott seinen Schöpfungsplan, als dessen Endziel der Mensch, die Ausgleichung des Gegensatzes, gegeben war, der durch den teilweisen Fall im Geisterreiche entstandenen Störung wegen nicht aufgab, was nicht zu denken und, wie wir wissen, nicht geschehen ist. Die geistige Seite der Schöpfung besteht ihrem Wesen nach in einer Vielheit (sehr grossen, aber gemessenen Zahl) von Individuen, deren jedes als bewusstes, als zu sich gekommenes (sich erkennendes, d. h. als Subjekt sich als Objekt erfassendes Wesen) das Moment der Dreiheit in sich hat; die stoffliche Seite der Schöpfung aber besteht ebenso wesentlich in der Einheit des Stoffes, welche reale Einheit des Stoffes wir, hier nebenbei gesagt, vorstellungsmässig ebenso wenig erfassen können, wie das geistige Sein. (Es liegt nahe, den Gegensatz von Geist und Stoff in der Schöpfung auf den in der Trinitätslehre ausgedrückten Gegensatz von Dreipersönlichkeit und Wesenseinheit in Gott zu beziehen und mit Günther die Schöpfung als die Contraposition Gottes zu denken; doch habe ich hier keine Veranlassung, auf diesen mystischen Hintergrund einzugehen.) In den Gliedern des Schöpfungsgegensatzes ist ein Gleichgewicht, ein statisches Verhältniss angezeigt, indem das eine so gut wie das andere zum Ganzen der Schöpfung gehört, beide also miteinander in die dem

geschaffenen Sein bestimmte Erhebung und Entwicklung, welche ihrem Begriffe nach von der geistigen Seite ausgeht, hinübergeleitet werden; anderseits aber auch der Stoff in die vom Geiste ausgehende Störung hineingezogen wird und zwar so, dass das minus auf Seiten des Geistes sich nach dem statischen Gesetze der ganzen Schöpfung als ein plus (nimium) auf Seiten des Stoffes manifestirt, die Verleugnung der wahren Individualität durch die Sünde im Geiste, die Schein-Individualität im Stoffe bedingt. Indem so der schaffende Gott in dem Akte, den wir als das Sechstagewerk, die zweite Schöpfung, die Herstellung der Form dieser Welt, die vorübergeht, bezeichnen, in das in die Schöpfung eingetretene Missverhältniss hineingezogen wird (den Verhältnissen in seinem Liebesplane und Liebesziele sich fügend, sowie im Erlösungswerke das Wort Fleisch geworden ist), kommt das zu Stande, was die ideale Naturauffassung uns als den idealen Kampf ums Dasein, als das wirkliche Ergebniss der die Thatsache der Beobachtung im exakten Denken erfassenden Betrachtung, vorgeführt hat. Die Atomisirung des Stoffes, an sich ein Zerfall und ein negatives Moment in Folge des durch den Geisterfall gestörten Gleichgewichtes, welches nun auch das an sich dem Geiste angehörende Moment der Zahl und der Bewegung in den Stoff bringt und, so weit innerhalb des Bereiches der Atome in der Concentration derselben zu Molekülen das Urgesetz des einen Stoffes sich geltend macht und die Differenzirung zwischen dem ponderablen und imponderablen Stoff bewirkt, den Gleichgewichtskampf, das statische Verhältniss in seinem eigentlichen und engeren, den Stoff betreffenden Sinne im Stoffe verursacht, wird von dem Schöpferwillen ergriffen, um in der Gestaltung und im Organismus der im Geisterfalle begründeten Störung bis zu dem Punkte heilend entgegenzuwirken, wo im Menschen die reale Vereinigung des Geistes mit dem Stoffe eintreten konnte, um den sittlichen Kampf mit dem Satan, dem gefallenen Geist und Widersacher Gottes aufzunehmen und in der bestandenen Versuchung, die so, wie wir sehen, in den Schöpfungsverhältnissen bedingt war, die Restitution der ganzen Schöpfung zu bewirken. Dabei ist dann nicht zu übersehen, dass die mit der Atomisirung eintretende Differenzirung, obwohl Heilmittel, doch an sich ein Moment des falschen Dualismus ist, der mit der Störung vom Geiste aus in die stoffliche Seite der Schöpfung eingetreten ist, woraus sich dann namentlich das geschlechtliche Verhältniss im Organischen erklärt. Der Nerv und die Kraft meiner Auffassung liegt darin, dass die Durchführung der Stoffgestaltung und Organisation in der erscheinenden Natur als Wirkung des um seine Gestaltung kämpfenden Individualisationsprincipes korrespondirt oder vielmehr identisch ist mit der Uebertragung oder Geltendmachung des in Wahrheit nur dem Geiste angehörenden Begriffes des Individuums in den Stoff. Es ist in der Ursünde eine Störung und eine Verkehrung des wahren Urverhältnisses der Schöpfung begründet, auf welche die im Stoffe schaffende Liebe eingeht, um durch die in dem Individualisationsprincipe ausgeführte Organisation im Menschen den Punkt zu gewinnen, wo die Ueberwindung der Störung für die Ewigkeit erreicht werden soll. Ich kann meine ganze hieraus sich ergebende Auffassung der Naturerscheinung, mit der ich mich ebenso sehr innerhalb der Offenbarungswahrheit wie innerhalb der exakten Naturforschung bewege, am deutlichsten durch die später auch von Andern, aber früher schon von mir (in Natur und Offenbarung) ausgeführten und auch nur von meinem Standpunkte aus

durchführbaren Parallele mit dem photographischen Vorgange darlegen. In der That: Unsere Naturerscheinung ist wie die Erzeugung des Bildes auf der mit jodsaurem Silber überzogenen indifferenten Platte in der Camera obscura, wenn wir nur uns, die wir uns körperlich innerhalb der Camera obscura befinden, als den ganzen Vorgang geistig überschauend, zugleich ausserhalb derselben versetzen, gerade so wie wir, um das Sonnensystem richtig vorzustellen, uns denkend ausserhalb desselben versetzen müssen. Die indifferente Platte ist der Urstoff, ohne dessen Realität wir auf das Nonens des unendlichen leeren Raumes zurückgeworfen werden; der Ueberzug von jodsaurem Silber ist der atomisirte und differenzirte Stoff, der unserer Naturerscheinung zu Grunde liegt; die Wirkung erfolgt nur in Folge des durch die eine kleine Oeffnung in die dunkle Kammer hineinfallenden Lichtstrahls; die durch die Bewegung in dem Ueberzuge erzeugten und fixirten Bilder sind durch den Lichtstrahl reflektirt von den ausser der dunklen Kammer vorhandenen Gegenständen oder Personen. Wenn ich nun sage, dass wir in unserem Erdendasein im atomisirten und differenzirten Stoffe sind, der den Urstoff hinter sich hat und in dem durch den Lichtstrahl des gestaltenden Individualisationsprincipes die Organismen erzeugt werden; und wenn dann die Gegenstände oder Urbilder, durch deren Reflexion der Lichtstrahl die photographischen Bilder erzeugt, nur die geistigen Wesen sein können, so muss ich freilich insoweit auch hier an das comparatio claudicat erinnern, als ich ja nicht meinen kann und nicht zugeben kann, je gemeint zu haben, dass die lebenden Wesen unserer Erde die leibhaftigen Abbilder der Geister seien, weil hier ja eben der Denkprocess in sein Recht eintritt, der freilich uns aus der Camera obscura unseres Vorstellungserkennens nicht herausheben kann, ohne dessen Erhebung über die Vorstellung wir aber des ganzen Vergleiches nicht mächtig gewesen wären. Das ist unser Glaubensstandpunkt im Diesseits, den ich um keine Wissenschaft verkaufe, die zum Scheine wird, wenn sie mit der Vorstellung mich zu befriedigen meint; gerade so, wie ich die Verheissung einer ewigen Seligkeit und Vollendung von mir weisen würde, wenn sie nicht die Worte enthielte: Kein Auge hat es gesehen und kein Ohr hat es gehört u. s. w. Den richtigen Denkprocess also, den ich im Schlussabschnitte erläutern werde, vorausgesetzt, bin ich durch diese Parallele im Stande, alle Fragen, welche die Naturwissenschaft zu stellen berechtigt ist, genügend zu beantworten. Vor Allem habe ich nun die klare Antwort auf die Frage, wie ich das den Stoff gestaltende Individualisationsprincip, welches ich vom Standpunkte meines menschlichen Bewusstseins aus im richtigen Denken nur als ein formales Moment ansetzen kann, als eine wirkende Kraft erkenne, indem ich mich nun nicht mehr einfach bloss auf den allmächtigen Schöpferwillen, sondern auf den durch die Verhältnisse, die in die Urschöpfung eingetreten sind, bestimmten oder mitbestimmten Schöpferwillen beziehe, und man muss, um diese Bedeutung der Sache zu erfassen, sich einmal ganz klar darüber geworden sein, worum es sich handelt. Wer irgendwie und in irgend einer Form etwas von dem geistigen Bewusstsein des Menschen auf den Stoff und die Stoffgestaltung überträgt, und das thut unwillkürlich selbst der krasseste Materialist, der hat die wirkliche Aufgabe der Naturwissenschaft denkend nicht erfasst, und wenn man sich in diesem Sinne vom Materialismus abwendet, so hat man dem Materialismus das Recht, die Naturwissenschaft zu vertreten, zugestanden.

Ich entgehe dieser Unklarheit und dieser Alternative, indem ich die Atomisirung und Differenzirung des Stoffes, insoweit er die Grundlage der Naturerscheinung bildet, auf den sekundären durch die mit der Ursünde des Geistes eingetretene Störung der Verhältnisse bestimmten Schöpferwillen zurückführe, der demnach diese ganze Gestaltung und Organisation als ein Entwicklungsmoment begreifen lehrt, welches so innerhalb der ganzen Schöpfung und ihrer Entwicklung steht, wie etwa die zu resorbirende Haut der Mutterzelle zu den aus ihr erzeugten Zellen sich verhält. Dann verstehe ich die diesseitige Gestaltung und Organisation als den idealen Kampf ums Dasein; ich verstehe als den Grundcharakter der organischen Entwicklung den nur in beständiger Ueberwindung eines Rückschrittes sich vollziehenden Fortschritt; ich verstehe den idealen Zwang in der Formenbildung, der bis zu anomalen, ja widersinnigen Bildungen, bis zur Karrikatur und Scheinbildungen gelangt; ich verstehe den teleologischen Charakter, der allem Bestehenden sein Recht und seine Vollkommenheit gibt und dennoch Mord und Zwietracht als den Hintergrund des Ganzen, wie es jetzt ist, erscheinen lässt; ich verstehe den Zug nach Unendlichkeit in aller Naturentwicklung, der den Lebensbestand nur durch ein Polizeirecht erhält, welches jedes Einzelne in seinem Unendlichkeitsstreben gegen alle Andern übt; ich verstehe den geistigen Widerschein in der Organisation und in der ganzen Naturerscheinung, und was den Schein als die Wirkung des Schöpfers angeht, so brauche ich nur an den Schein der Weltstellung unserer Erde zu erinnern, um es begreiflich zu machen, dass gerade dieser Schein es ist, der die diesseitige Entwicklung des Menschen möglich macht, — man denke sich nur einmal in die durch den Schein uns verdeckte Wirklichkeit der Grössenverhältnisse und der Bewegungen hinein, um dieses einzusehen — dass aber erst die Aufdeckung dieses Scheines ohne das ideale Verständniss den Charakter des Trügerischen und die Dissonanz in unser Bewusstsein bringt. Wenn man mir vorwirft, dass ich mit einer solchen Auffassung des Organismus zu der Ansicht Descartes' zurückkehre, welcher, wie man sagt, die lebenden Naturwesen zu Maschinen machte, so antworte ich, dass zwischen einer Maschine und einem Naturorganismus ein solcher Unterschied ist, wie zwischen einem Werke des Menschen und einem Werke Gottes. Allerdings, was das lebende Naturwesen zu dem macht, was es ist mit allen seinen Funktionen und Lebensäusserungen, das ist nicht ein substanziell Geistiges, welches wie im Menschen zum Selbstbewusstsein erwachen könnte, sondern der Anteil an der Idee, der in diesem Individuum, im Krystalle so gut als totem, wie in der Pflanze als einem lebenden Organismus, und im Tiere als einem lebenden Organismus, in welchem die Lebenseinheit einen materiellen Träger und Ausdruck bekommen hat, ein Analogon von dem bewirkt, dessen wir in uns als Empfindung Wahrnehmung und Willen uns bewusst sind; aber Maschinen sind die lebenden Wesen eben deshalb nicht, weil sie etwas anderes, weil sie eben lebende Wesen sind. Es kommt ja auch hier nur darauf an, den Begriff von der Sache zu haben und festzuhalten. Wenn man mich endlich fragt, ob ich denn wirklich meine, in dieser Weise die ganze Naturerkenntniss durchführen zu können, so antworte ich, dass man vorläufig das scharf ins Auge fassen möge, was ich durchgeführt habe; dass ich allerdings dahingestellt sein lasse, wie weit wir bei einer solchen Betrachtung der Dinge kommen können, wenn wir einmal von dem einfältigen Ignorabimus uns abgewandt und

der idealen Auffassung ernstlich uns zugewandt haben; dass ich aber gegen ungebührliche Forderungen mich durch die Erkenntniss gesichert weiss, dass auf allen Gebieten die Gesetzmässigkeit, die ich erkennend ergreife, durch Kombination der Verhältnisse im Individuellen zu dem ausläuft, was als ein Zufälliges dann für mich keinen Erkenntnisswert mehr hat; dass ich endlich weiss, dass, was irgend einem Erkenntnisswege oder Principe zu Gebote steht, von der idealen Auffassung nicht ausgeschlossen ist. Ich darf noch heute der ganzen den Offenbarungsstandpunkt verleugnenden Naturwissenschaft gegenüber sagen, was ich seiner Zeit dem Materialisten Vogt gesagt habe, dass sie ein für die Thatsachen zu knapp zugeschnittener Rock ist, der in allen Nähten birst, wenn man ihn anziehen will. —

Was den theologischen Wert meiner Annahme von der Bedeutung der Ursünde im Geisterreiche, die ich, um das noch einmal bestimmt und klar hervorzuheben, naturwissenschaftlich nur als Hypothese behandle, angeht, so will ich nur mit wenigen Worten die dogmatische exegetische und moralische Unverfänglichkeit derselben andeuten. Was das Dogmatische angeht, so brauche ich ja nur mit einem Worte anzudeuten, dass in derselben nichts enthalten ist, was mit dem Begriff Wesen und Eigenschaften Gottes in Widerspruch stände, wovon man sich am besten überzeugen wird, wenn man den dogmatischen Zusammenhang in der Schöpfung und Erlösung (Menschwerdung) ins Auge fasst, wobei ich auf meine kathol. Dogmatik (p. 100 u. folg..) verweise. Was das Exegetische angeht, so darf ich mit Genugthuung darauf aufmerksam machen, dass ich an meiner Erklärung der beiden ersten Kapitel der Genesis (1845) nichts Wesentliches zu ändern, namentlich nichts zu korrigiren habe, wohl manches jetzt bündiger ausführen kann, was ich mir vorbehalte. Ich will nur zwei Punkte hier berühren, erstens, dass gerade dadurch, dass ich für die Exegese des ersten Kapitels den anthropomorphistischen Standpunkt der Darstellung consequent festhalte, mir die sicheren Anhaltspunkte für meine ideale Auffassung gegeben sind, mit entschiedener Zurückweisung aller unhaltbaren Experimente und Versuche eine Uebereinstimmung mit dem empiristisch gefassten Verlaufe der Thatsachen zu Stande zu bringen, die nicht im Offenbarungsstandpunkte begründet und beabsichtigt ist. Das Sechstagewerk oder die zweite Schöpfung als die Wiederstellung des Stoffes (der ארץ) aus dem תהוובהו des zweiten Verses, die Schöpfung des Lichtes als die Differenzirung des Ponderablen und Imponderablen, die Wasser über dem Firmament als der Urstoff im Ganzen gegenüber dem in die Atomisirung und Differenzirung eingegangenen Teile, auf dem unsere Naturerscheinung beruht, der Schein der Erde als Mittelpunkt des Sonnen- und Weltsystemes, der in der Herstellung desselben am vierten Tage unabhängig von der Schöpfung des Lichtes am ersten angedeutet ist, das alles — um nicht weiter zu gehen, sind die wesentlichen Momente meiner idealen Auffassung, die ich bei richtigem Verständnisse aus dem ersten Kapitel der Genesis entnehmen kann. Mit noch grössserem Nachdrucke hebe ich zweitens meine Auffassung von dem Verhältnisse des zweiten Kapitels zum ersten hervor, weil in diesem die direkte Bestätigung der idealen Auffassung, welche den Menschen als das Ziel der Organisation hinstellt gegenüber den Concessionen, welche die anthropomorphistische Darstellung des ersten Kapitels der empiristischen Anschauung hatte machen müssen, enthält. Es hat aber dieser Punkt eine ganz

besondere Bedeutung für die endlich zu hoffende Verständigung zwischen der theologischen und naturwissenschaftlichen Auffassung, die ich genauer hervorheben muss. Theologisch hat man bisher das unleugbar in der Natur, wie sie ist, uns entgegentretende Kampfes- und Todesmoment auf den Sündenfall des Menschen geschoben, was absolut unhaltbar ist. Wir sehen, wie die ideale Auffassung, indem sie zugleich der Naturwissenschaft selbst, die doch für diese Seite der Naturerscheinung schlechthin keinen Erklärungsgrund hat, unter die Arme greift, dem theologischen und, wie ich hier hinzufügen muss, speziell dem katholisch-kirchlich-dogmatischen Standpunkte gerecht wird. Die ganze dogmatische Lehre von der übernatürlichen Erhebung des Menschen im Urstande (vom Paradiese) und die damit aufs engste zusammenhängende Lehre vom Wesen der Erbsünde, welche wieder die rechte Auffassung der Erlösung und der Kirche bedingt, erhält einen vollständig befriedigenden Aufschluss, wenn wir das Schöpfungswerk, d. h. das Sechstagewerk im Sinne der idealen Auffassung verstehen. — Was endlich die moralische Seite angeht, so wird gerade durch die geltend gemachte Bedeutung der Ursünde im Geisterreiche der jetzige Stand des menschlichen Bewusstseins auf Erden, welcher auf dem einerseits nicht behaupteten, anderseits aber durch die Erlösung im Glauben und in der Hoffnung wiedergegebenen übernatürlichen, mit der idealen Auffassung der Natur zusammenfallenden Standpunkte unseres Bewusstseins beruht, in jeder Weise und nach allen Seiten tiefer begründet und befestigt und namentlich, um nur diesen einen Punkt hervorzuheben, der Glaube an das Geisterreich und seine Beziehung zum Menschen sowohl vor dem materialistischen Unglauben als vor unwissenschaftlichem Aberglauben geschützt. In Betreff der anthropologischen Frage gehe ich mit voller Ueberlegung hier nur mit der einen Bemerkung für diese Arbeit zur Tagesordnung über, dass dieselbe einen wissenschaftlich stichhaltigen Wert erst durch die richtige Behandlung der Sprachfrage bekommen kann. So lange man einerseits zugestehen muss, dass wir geschichtlich den Menschen ohne Sprache nicht kennen, und anderseits sich erlaubt, eine naturwissenschaftliche Entstehung der Sprache willkürlich zu supponiren, bewegt sich die Wissenschaft in jener unklaren Vermengung des geschichtlichen und naturwissenschaftlichen Standpunktes, der den jetzigen Unglauben charakterisirt und dem die ideale Auffassung vorab die Naturerscheinung entreissen soll. Das grössere Werk, den Sprachstandpunkt wissenschaftlich durchzuführen, auch nur andeutend in Angriff zu nehmen, würde hier nur der Sache schaden. Das kritisch Notwendige ist dem folgenden letzten Abschnitte vorbehalten.

---

# X. Blick auf die Geschichte der Naturwissenschaft in ihrem Verhältnisse zur Geschichte der Philosophie.

Ich beginne meine Bemerkungen mit einer entscheidenden Stelle aus der Physik des Aristoteles, von der ich behaupte, dass sie bisher in der Weise übersehen worden ist, dass nicht einmal ein ernster Versuch zu ihrem Verständnisse gemacht wurde, obwohl sie, um nicht zu sagen die wichtigste, jedenfalls eine der allerwichtigsten, für die ganze weitere Entwicklung der Philosophie und namentlich der Naturwissenschaft ist. Nachdem selbst Brandis und Trendelenburg an derselben vorübergegangen sind, war freilich unter Zellers modern aristotelisch befangenem Dominium selbst an ein Bedürfniss des Verständnisses kaum mehr zu denken. — Die Natur der Sache erfordert eine genaue kritische Ausführung. Die Stelle steht Phys. III, 4; 204 a 2 seq.: *Πρῶτον οὖν διοριστέον ποσαχῶς λέγεται τὸ ἄπειρον. ἕνα μὲν τρόπον τὸ ἀδύνατον διελθεῖν τῷ μὴ πεφυκέναι διελθεῖν ὥσπερ ἡ φωνὴ ἀόρατος. ἄλλως δὲ τὸ διέξοδον ἔχον ἀτελεύτητον ἢ ὃ μόλις ἢ ὃ πεφυκὸς ἔχειν μὴ ἔχει διέξοδον ἢ πέρας. ἔτι ἄπειρον ἅπαν ἢ κατὰ πρόσθεσιν ἢ κατὰ διαίρεσιν ἢ ἀμφοτέρως.* (Zuerst muss bestimmt werden, wie vielfach man das Unendliche aussagt. In einer Weise [bezeichnet man damit] das, was nicht durchgangen — gemessen — werden kann, weil es seiner Natur nach undurchgänglich — unmessbar — ist, so wie die Stimme unsichtbar ist. In anderem Sinne das, bei dem man im Durchgehen nicht ans Ende kommt, oder kaum oder was seiner Natur nach wohl ein Durchgehen gestattete und eine Grenze hätte, aber doch nicht hat. Dann ist alles Unendliche entweder durch Zusatz oder durch Zerlegung oder durch beides.) — Wir sehen, dunkel genug ist die Stelle; es handelt sich aber um den Begriff des Unendlichen, und zwar ist es, wie ich zeigen werde, die Stelle, wo Aristoteles über den Begriff des Unendlichen sich philosophisch Rechenschaft geben will. Zunächst nun müssen wir feststellen, dass Aristoteles an dieser Stelle nur eine zweigliedrige Einteilung in dem Sinne des Unendlichen im Auge hat, die deutlich durch das *ἕνα μὲν τρόπον — ἄλλως δέ* fixirt ist. Der Zusatz: *ἔτι ἄπειρον ἅπαν* gehört offenbar nicht mehr in die Gliederung der Einteilung, sondern sagt nur von dem *ἄπειρον* im Ganzen etwas aus. Die Zweigliederung selbst aber wird dadurch nicht aufgehoben, dass das zweite mit *ἄλλως δὲ* eingeführte Glied nicht einfach, sondern mit verschiedenen Möglichkeiten (*ἢ — ἢ — ἢ*) aufgestellt wird. Ob das *ἄπειρον* in diesem zweiten Sinne in der That ein für uns nie zu Durchgehendes, d. h. ein nie zu Ermessendes und in seinem Ende zu Erreichendes ist, wie z. B.

die Reihe der Zahlen, die, um hier gleich den Zusatz mit hineinzuziehen, sowohl durch Vermehrung als Verminderung, sowohl durch Multiplikation als Division immer weiter geführt werden kann, oder ob ein nur schwer oder kaum zu erreichendes Ziel bezeichnet ist, wie wenn ich die Zahl von einem Malter Weizenkörner bestimmen wollte, oder ob beides zugleich stattfindet, so dass an und für sich das Ziel wohl zu erreichen, aber die Mittel zur Ausführung nicht vorhanden wären; darauf kommt es für die Haupteinteilung des Begriffes des *ἄπειρον* nicht an, sondern alle diese Fälle werden auf Grund des bloss subjektiven Unvermögens dem ersten Gliede gegenübergestellt. Die Unklarheit, die auch so genommen in der Stelle bleibt, da ja auch im zweiten Gliede die *πεφυκὸς διελθεῖν* ein *διέξοδον ἔχον ἀτελεύτητον*, welches also dem *μὴ πεφυκὸς διελθεῖν* des ersten Gliedes zu entsprechen scheint, gegenübersteht, kommt auf Rechnung des Aristoteles und muss eben durch die richtige Erklärung, wenn es möglich ist, gehoben, resp. begründet werden. Denn die ganze folgende Ausführung, welche mit dem Beweise sich beschäftigt, dass das *ἄπειρον* nicht ein von den sinnlich wahrnehmbaren Dingen Abgetrenntes, nicht ein *χωριστόν* in dem Sinne, wie Aristoteles die Ideen Platons fasst, sei, fusst auf der in dem oben angeführten Satze ausgesprochenen Zweigliederung, wie namentlich p. 204 a 11 beweist: *Εἰ δὲ ἀδιαίρετον, οὐκ ἄπειρον, εἰ μὴ ὡς ἡ φωνὴ ἀόρατος. ἀλλ' οὐχ οὕτως οὔτε φασὶ οἱ φάσκοντες εἶναι τὸ ἄπειρον οὔτε ἡμεῖς ζητοῦμεν, ἀλλ' ὡς ἀδιέξοδον. εἰ δὲ κατὰ συμβεβηκός ἐστι τὸ ἄπειρον, οὐκ ἂν εἴη στοιχεῖον τῶν ὄντων ᾗ ἄπειρον, ὥσπερ οὐδὲ τὸ ἀόρατον τῆς διαλέκτου, καίτοι ἡ φωνὴ ἐστι ἀόρατος.* Wir sehen, das erste Glied der Einteilung wird der Sache nach festgehalten, aber in der Erörterung nicht geltend gemacht, sondern fallen gelassen. Was hat nun Aristoteles mit diesem ersten Gliede gemeint? Das ist die Frage. Auch das erste Glied wird nur negativ bestimmt, obgleich es an der einen Stelle direkt dem *ἀδιέξοδον* entgegengesetzt wird, woraus man sieht, dass Aristoles mit demselben etwas Positives Reales, im Gegensatze zum Negativen Formalen, im Auge hat, wie auch sofort daraus folgt, dass es als *οὐσία* im Gegensatze zum *συμβεβηκός* und als *στοιχεῖον τῶν αἰσθητῶν* gedacht wird. Nun aber wird auch dieser Gegensatz sofort wieder von Aristoteles verdunkelt, weil ja auch in das zweite Glied, welches demnach ein Negatives und Formales bezeichnen müsste, mit dem *πεφυκός ἔχειν μὴ ἔχει διέξοδον* eine positive Bestimmung aufgenommen wird. So können wir eine Aufklärung in der That nur noch erwarten von dem, wie wir sehen, konstant dem ersten Gliede beigefügten erläuternden Beispiele *ὥσπερ ἡ φωνὴ ἀόρατος*, und hier finden wir sie wirklich, und dass man dies nicht verstanden und diese Stelle bei Aristoteles so hat liegen lassen, hat wiederum seinen Grund darin, dass man auch die Stelle im Platon, wodurch sie ihr Verständniss findet, in ihrer ganzen Bedeutung nicht erfasst hat. Das Hörbare ist unmessbar für das Auge vermöge jener Abgrenzung oder Zerschneidung unserer Sinneswahrnehmungen, welche die Wahrnehmung selbst und die Art der Wahrnehmung nur durch die Einheit des über dieser Zerteilung stehenden Bewusstseinsaktes möglich und erklärbar macht. Das war es, was Platon im Theätet erfasst hatte* und wodurch er den Sensualismus

---

* Vgl. Plat. Theät. p. 182—187 und dazu meine Erklärung in der Philosophie Platons und der besonderen Erklärung des Theätet.

des Protagoras endgiltig niederschlug, und wenn Aristoteles, der dem wahren Verständnisse Platons noch unendlich viel näher stand, als die Neueren, welche sich nur durch das, was Aristoteles in Platon nicht verstanden hat, leiten lassen, an dieser Stelle gerade die beiden höchsten Sinne, das Auge und das Ohr, in Anwendung bringt, so beweist der Umstand, dass er einmal statt φωνή auch διάλεκτος sagt, dass er dabei unwillkürlich an die Sprache gedacht hat. Halten wir aber jetzt die Hauptsache im Auge. Dass das Hörbare nicht messbar ist durch das Gesicht, beruht nicht auf einem subjektiven Unvermögen, sondern auf einem in der Sache gelegenen Grunde, ist nicht etwas Quantitatives, sondern etwas Qualitatives. In Anwendung auf die Begriffe des Unendlichen und Endlichen ergibt also diese Analogie den Begriff eines Unendlichen, welches dem Endlichen gegenüber ebenso real ist, wie das Hören dem Sehen gegenüber, welches aber von dem Endlichen seiner Natur, seinem Begriffe nach nicht ermessen werden kann, in Unterscheidung von demjenigen als unendlich Bezeichneten, welches wir nur wegen des subjektiven Unvermögens so bezeichnen. Wir können es als das positive reale metaphysische Unendliche bezeichnen gegenüber dem negativen formalen mathematischen. Dass dem Aristoteles selbst diese Unterscheidung im Begriffe des Unendlichen, die er durch die dem ersten Gliede in der Analogie ὥσπερ ἡ φωνὴ ἀόρατος ausdrückt, nicht klar geworden ist, ist hinlänglich darin ausgesprochen, dass er in dem zweiten Gliede dem μὴ πεφυκὸς διελθεῖν nicht einfach das πεφυκὸς διελθεῖν, sondern eine Mehrheit von Bestimmungen, die nur seine Unklarheit ausdrücken, gegenüberstellt, wo dann in dem διέξοδον ἔχον ἀτελεύτητον ein Widerspruch selbst in den Worten liegt, weil, wo ein ἀτελεύτητον vorliegt, von keinem διέξοδος, sondern nur von einem Versuche dazu die Rede sein kann, was dann in dem μόλις sich ausspricht und endlich in dem πεφυκὸς ἔχειν μὴ ἔχῃ notdürftig zur Geltung kommt. Es ist offenbar die Unklarheit über die Bedeutung der Negation, in der Aristoteles überhaupt befangen blieb und über die dann, wie am deutlichsten Prantl in seiner Geschichte der Logik im Abendlande zeigt, auch keine folgende Philosophie mehr hinausgekommen ist, was sich hier ausspricht. — Um nun diese für die ganze nachfolgende Philosophie und Wissenschaft maassgebende Unklarheit des Aristoteles in ihrem Grunde und in ihrer ganzen Bedeutung zu erkennen, müssen wir auf den Zusammenhang zurückgehen, in welchen Aristoteles selbst diese Untersuchung setzt, und dann auf die Art und Weise, wie er sich mit der schon hinter ihm liegenden Bestimmung des Unendlichen auseinandersetzt. Die thatsächliche Lage ist nämlich die, dass nicht erst Aristoteles den Begriff des Unendlichen in Angriff nahm, sondern dass die ganze hellenische Philosophie, d. h. die Philosophie überhaupt ihren wirklichen Anfang (in Anaximander gegenüber dem Thales) mit der Aufmerksamkeit auf den Begriff des Unendlichen gemacht hat, weshalb auch Aristoteles bei der Erörterung vorzüglich auch auf Anaximander zurückgeht, obwohl er ungenau sagt, dass alle früheren Philosophen sich mit dem Unendlichen beschäftigt hätten, es also übersieht, dass erst Anaximander im Gegensatz zu Thales das ἄπειρον als ἀρχή aufgestellt hat *. Die Hauptrücksicht aber nimmt Aristoteles beim Begriffe des ἄπειρον auf

* Vgl. dazu meine Geschichte der Philosophie, die Einleitung zur Philosophie Platons und das Programm: De Anaximandri Infinito.

Platon und dessen Begriff der Bewegung, und das ist der Punkt, den wir genauer ins Auge fassen müssen. Die Untersuchung über das Unendliche findet sich nämlich in der Physik, demjenigen Werke, in welchem Aristoteles, nachdem er mit seiner Logik soweit im Klaren war, die reale Seite der Erkenntniss und zwar zunächst des Wahrnehmbaren, der Natur, und die Bedingungen des natürlichen Seins in Angriff nahm. Dabei stösst er auf den Begriff des Unendlichen, der also mit den Begriffen der Bewegung, des Raumes, der Zeit, bei denen allen der Begriff des Stoffes zu Grunde liegt, im Zusammenhange behandelt wird. Phys. III, 1; 200 b 12: *Ἐπει δ' ἡ φύσις μὲν ἐστι ἀρχὴ κινήσεως καί μεταβολῆς, ἡ δὲ μέθοδος, ἡμῖν περὶ φύσεώς ἐστι, δεῖ μὴ λανθάνειν, τί ἔστι κίνησις. ἀναγκαῖον γὰρ ἀγνοουμένης ταύτης ἀγνοεῖσθαι καὶ τὴν φύσιν.* Ib. 4, 202 b 30: *Ἐπεὶ δ' ἔστι ἡ περὶ φύσεως ἐπιστήμη περί μεγέθη καὶ κίνησιν καὶ χρόνον, ὧν ἕκαστον ἀναγκαῖον ἢ ἄπειρον ἢ πεπερασμένον εἶναι — εἰ καὶ μὴ πᾶν ἐστὶν ἄπειρον ἢ πεπερασμένον οἷον πάθος ἢ στίγμη — τῶν γάρ τούτων ἴσως οὐδὲν ἀναγκαῖον ἐν θατέρῳ τούτων εἶναι — προσῆκον ἂν εἴη τὸν περὶ φύσεως πραγματευόμενον θεωρῆσαι περὶ ἀπείρου, εἶ ἔστιν ἢ μὴ καῖ, εἰ ἐστιν, τί ἐστιν.* — Nun war sich Aristoteles in seiner Weise darüber klar, dass Bewegung nicht ein Realbegriff, sondern ein Formalbegriff sei, dass sie als etwas in der Wirklichkeit der Erscheinung, die im Stoffe ist und nicht als etwas neben diesem Wirklichen Reales angesetzt werden dürfe, d. h. er hatte für sich, in seinem logischen Denken, den Versuch Platons, die Bewegung dem Sein gegenüber als Realprincip festzuhalten und also das die Bewegung in sich habende Sein als das höchste Princip geltend zu machen, überwunden und beseitigt, indem er nach der logischen Formel seiner Kategorien, wie das Verbum in das Prädikat, das Substantiv in das Subjekt, so die Bewegung als Werden (Uebergang der *δύναμις* in die *ἐνέργεια*) in die Natur oder den Stoff hatte aufgehen lassen. *Οὐκ ἔστι κίνησις παρὰ τὰ πράγματα*, heisst es Phys. III, 1, 200 b 33, *μεταβάλλει γὰρ τό μεταβάλλον ἀεὶ ἢ κατ' οὐσίαν ἢ κατὰ πόσον ἢ κατὰ ποίον ἢ κατὰ τόπον*, wobei der *οὐσία* natürlich an das erscheinende Einzelding zu denken ist. Hiemit kommen wir also auf die Grundfrage der platonischen und deshalb aller Philosophie zurück, in welchem Sinne Platon Sein und Bewegung, als Realprincipe miteinander verknüpft, als das Urprincip, die *ἀρχή*, das Absolute (*παντελῶς ὄν*) hat geltend machen wollen. Hat er es in dem Sinne gewollt, den ich in meiner kritischen Auffassung Platons gegenüber der ganzen geltenden Kritik als den einzig im Text begründeten und haltbaren erkenne, dass nämlich das absolute Sein eben deshalb das, was es ist, nämlich das Urprincip, ist, weil es als solches auch die Bewegung in sich hat, also das Realprincip der Bewegung (und mit dem Begriffe des lebendigen Gottes, des höchsten Wesens als Selbstbewusstseins, nach christlichem Begriffe der Trinität, identisch) ist, so ist klar eben darin jenes positiv Unendliche gegeben, das dem endlichen Denken gegenübersteht, *ὥσπερ ἡ φωνὴ ἀόρατος*, und es ist ebenso klar, dass Aristoteles, wenn er die Intention Platons einfach mit der logischen Erkenntniss zurückwies, dass Bewegung nicht etwas neben den wirklichen Dingen sein könne, nun auch nicht mehr das Unendliche in diesem positiven Sinne annehmen konnte. Ebenso kategorisch, wie er vorhin gesagt hatte, *οὐκ ἔστι κίνησις παρὰ τὰ πράγματα*, musste er nun auch sagen 204 a 5: *Χωριστὸν μὲν εἶναι τό ἄπειρον τῶν αἰσθητῶν, αὐτό τι ἄπειρον, οὐχ οἷόν τε*, gerade so, wie er nach seinem logischen Standpunkte auch die Idee

als ein χωριστόν einfach und insoweit mit Recht verwarf. Nun aber liegt ja das ganze Verhältniss zwischen Platon und Aristoteles nicht so einfach, wie unsere in ihrer modernen Denkweise befangene Kritik, die sich nur mehr in den von Aristoteles aus dem halben Verständnisse Platons eruirten Denkformeln bewegt, sich einbildet. Platon selbst hatte das, was ihm als eigentliches Ziel des Denkens vorschwebte, nicht erreichen können (Der nicht erschienene Φιλόσοφος, der Angelpunkt meiner Kritik ist das Zeugniss davon), weil sich ja auch seiner Logik herausstellen musste, dass die Begriffe der Bewegung und des Seins als solche unvereinbar sind; aber er war dadurch auf die rechte Fährte geführt, in der richtigen Definition des λόγος, als der Verbindung (σύνθεσις) von ὄνομα und ῥῆμα, indem er erkannte, dass dem Denken (dem subjektiven individuellen Denken) die Lösung jenes Widerspruchs, worauf es hinausgetrieben wird, indem es einerseits die Begriffe von Sein und Bewegung als real denken und anderseits sie doch nicht in einer höchsten Realität begrifflich vereinigen kann, in einer gewissen Weise in der Sprache, im Satze, gegeben ist, und offenbar ist darin, wenn auch nun nicht mehr klar anerkannt, jener richtige Grundbegriff vom Unendlichen in seinem Verhältnisse zum Endlichen festgehalten, indem im ὄνομα und ῥῆμα im ächten platonischen Sinne ein realer Gegensatz, also ein reales Endliches gesetzt ist, dem gegenüber nur ein reales Unendliches vom Denken statuirt werden kann, wenn das Denken überhaupt sich treu bleiben will. In der That ist auch die Ideenlehre Platons (die ihn bis zur klaren Unterscheidung eines sichtbaren und unsichtbaren, eines geistigen und stofflichen Seins führte, jenseits welches endlichen Gegensatzes erst das reale Unendliche, als das ὑπερούσιον, gedacht werden kann), nichts anderes, als der immer erneute Versuch, das Endliche auf das Unendliche, die Erscheinung auf ihren wahren Grund im Ewigen, zurückzuführen. Aristoteles nun nahm die platonische Definition vom λόγος (in der That das eigentliche dauernde Resultat der ganzen Philosophie Platons) in der Weise auf, dass er nicht mehr den realen metaphysischen Gehalt derselben, sondern nur die in und mit demselben gegebene formale Seite, die Beziehung des Verbums als prädikativen Teiles auf das Nomen als Subjekt festhielt* und daraus seine Logik entwickelte, womit nun die Bewegung in den Stoff, das Unendliche in das Endliche und das Denken in die Form der Sprache gebunden, d. h. die Scholastik in nuce begründet war. Denn, was diesen letzten Satz angeht, kein Mensch (sagen wir, um hier keinen unnötigen Streit anzuregen, kein Philosoph, kein wissenschaftlich denkender Mensch) denkt anders und kann anders denken, als in der Form des Satzes, d. h. durch die Verbindung eines Nomens (Substantiv) mit einem persönlichen Verbum (ῥῆμα im Sinne Platons), weil Sprache geistige Thätigkeit ist, also den Gegensatz von Geist und Stoff voraussetzt, und nur durch höchsten, diesen Gegensatz die Unterscheidung, der reale Gegensatz**

---

* Das Genauere siehe ausser den andern genannten Schriften namentlich in der Philosophie des Bewusstseins, wo auch nachgewiesen ist, dass die Definition des Satzes als Verbindung von Subjekt und Prädikat, d. h. die Verwechslung des Subjektiven mit dem Objektiven, des Formalen mit dem Realen, also das Charakteristikon des Scholastischen im Denken, erst in der modernen Philosophie zur absoluten Geltung gekommen ist.

** Eigentlich sollte man nur sagen der Begriff des Gegensatzes überhaupt, denn im Begriff des Gegensatzes liegt es, dass von zwei Realen die Rede ist. Die geltende Logik hat aber die Grundbegriffe verwirrt, indem sie vom kontradiktorischen Gegensatze spricht. Contra-

überhaupt aufrecht erhalten werden, und im Gegensatz zum Realen die Negation als Ausdruck der Unterscheidung als formal und also überhaupt die Unterscheidung vom Realen und Formalen im Denken durchgeführt werden kann, ohne welche dann schliesslich Alles in ein konfuses Chaos zusammengeht. Eben in dieser Notwendigkeit der Form ist die Scholastik begründet, wenn die Form nicht mehr als solche begriffen, sondern mit dem Wesen verwechselt wird. Aristoteles selbst kam nicht so weit, sowie er auch den realen Begriff des Unendlichen nicht positiv verleugnete, sondern ihn eben nur nicht mehr fassen konnte. Indem er beweist, dass das *ἄπειρον* kein für sich bestandenes, kein *χωριστόν* sei, so wenig wie die *κίνησις*, geht er immer von dem zweiten Gliede jener Grundeinteilung aus, von dem negativen oder mathematischen Unendlichen, welches keine *οὐσία*, sondern nur ein *συμβεβηκός* sein kann, weil es entweder ein *μέγεθος* oder ein *πλῆθος*, eine stetige oder eine diskrete Grösse, als solche aber teilbar ist, als *οὐσία* aber unteilbar sein müsste. Dass dieser Beweis auf das *ἄπειρον* im Sinne des ersten Gliedes, *ὥσπερ ἡ φωνὴ ἀόρατος*, nicht passt, dessen ist sich Aristoteles wohl bewusst. Unteilbar könnte das Unendliche nur sein, wenn es im Sinne dieses ersten Gliedes gedacht würde. Dafür sieht nun Aristoteles schlechthin keine Möglichkeit; aber desungeachtet beherrscht dieser Gedanke im Grunde die ganze weitere Ausführung, wie besonders in den Sätzen hervortritt, dass das *ἄπειρον*, insoweit es als Stoff oder im Stoffe gedacht wird, nicht als das Umfassende, sondern als das Umfasste, nicht als das Ganze, sondern als der Teil gedacht werden müsse. (207 a 25: *Καὶ οὐ περιέχει ἀλλὰ περιέχεται ᾗ ἄπειρον. διό καὶ ἄγωστον, ᾗ ἄπειρον, εἶδος γὰρ οὐκ ἔχει ἡ ὕλη, ὥστε φανερόν, ὅτι μᾶλλον ἐν μορίου λόγῳ τὸ ἄπειρον ἢ ἐν ὅλου.* Ib. b 1: *Περιέχεται γὰρ ὡς ὕλη ἔντος καὶ τὸ ἄπειρον περιέχει δὲ τὸ εἶδος.* 208 a 3: *Φαίνονται καὶ πάντες οἱ ἄλλοι ὡς ὕλῃ χρώμενον τῷ ἀπείρῳ. διὸ καὶ ἄτοπον τὸ περίεχον ποιεῖν ἀλλὰ μὴ τὸ περειχόμενον.*) Man sieht, wie Aristoteles nur unwillkürlich die wahre Aufgabe des Denkens, welche in jener Grundunterscheidung im Begriffe des Unendlichen ihm gestellt war, fahren lässt. —

Diese Stelle, welche ich als Grundlage meiner weiteren, nur Andeutungen bezweckenden Ausführungen genauer behandelt habe, bezeichnet, wie wohl keine andere, den Scheidepunkt zwischen dem platonischen und dem aristotelischen, dem idealen und dem empiristischen Denken, zwischen dem Denken, welches auf die Begründung des realen Endlichen im realen Unendlichen gerichtet ist, und dem Denken, welches sich mit der Konstatirung und der, ohne die Grundfrage des Denkens gelöst zu haben, möglichen Erkenntniss des Endlichen glaubt begnügen zu können oder zu müssen. Was den Aristoteles selbst angeht, so genügt hier für die weitere Ausführung die Bemerkung, dass er in der Metaphysik sich ebensosehr

---

dictio, Widerspruch ist nur im Urteil, nicht im Begriffe oder in den Dingen; ist nur etwas Subjektives, nicht etwas Objektives, nur etwas Formales, nicht etwas Reales; weshalb contradictorischer Gegensatz eine Contradictio in terminis ist. Geist und Stoff ist der Gegensatz im Endlichen, aber nicht ein Widerspruch, eine contradictio. Ein Widerspruch ist es nur, wenn ich das Geistige stofflich und das Stoffliche geistig denke, wenn ich Geist und Stoff miteinander vermenge, was aber nicht geschieht, wenn ich das reale Unendliche, Gott den Schöpfer, als nicht unter den endlichen Gegensatz fallend denke. Vergl. darüber namentlich meine Schrift: Kant vor und nach dem Jahre 1770, woraus man sich auch über die vollständige Umkehrung in den Begriffen von Subjektiv und Objektiv, Ideal und Real, die in der modernen Philosophie im Gegensatze zur alten vor sich gegangen ist, überzeugen kann.

einem richtigeren Verständnisse der platonischen Ideenlehre wieder zuwendet, wie er in der Physik, indem er den realen Begriff des Unendlichen nicht wahrzuhalten weiss, unter der einseitigen Herrschaft seiner Logik sich mehr als nötig war von ihr abgewendet hatte, und dass hier eine kritische Verständigung unschwer zu erreichen wäre*. — Was aber die Philosophie im Ganzen angeht, die sich seit Aristoteles in demselben Maasse unter die einseitige Herrschaft der aristotelischen Logik gestellt hat, als sie deren Ursprung aus dem nur halb verstandenen platonischen λόγος nicht erkannte, so ist der innere Zusammenhang zwischen der nicht klar gewordenen Unterscheidung der Negation als eines nur Formalen im subjektiv-individuellen Denkakte vom Realen und daher der nicht klar gewordenen Unterscheidung des Formalen und Realen überhaupt und weiterhin des Subjektiven und Objektiven und des Subjektiven und Individuellen, welche in der Verwechslung des Urteils mit dem Satze (der Uebersetzung des ὄνομα und ῥῆμα im platonischen λόγος durch Subjekt und Prädikat) gelegen ist, und zwischen jener Verwechslung des positiv oder real Unendlichen mit dem negativ mathematisch Unendlichen, welche die Verwechslung des Qualitativen mit dem Quantitativen, des Geistigen mit dem Stoffe, Gottes mit der Welt einschliesst, — ein Zusammenhang, der die Konsequenz der einseitig verfolgten aristotelischen Richtung auf den Materialismus ebenso in sich trägt, wie der reale Gegensatz von Sache und Person als Basis des menschlichen — endlichen — Denkens und Bewusstseins im vollständig verstandenen platonischen λόγος zur Aussöhnung des Idealismus mit dem Empirismus in der Höhe der christlichen Erkenntniss führt, es ist, sage ich, dieser Zusammenhang gerade an dieser Stelle der Physik deutlich ausgesprochen und an dieser Stelle kann und muss der ganze Knäuel entwirrt werden, zu welchem sich das philosophische Denken auf der Höhe der christlichen Erkenntniss verwickelt hat, seitdem Kant, der den Sitz der Krankheit fühlte, ohne des Processes kritisch mächtig geworden zu sein, mit unsicherer Hand seine Kritik in die Welt hinausgeworfen hat. —

Zum Behufe meiner naturwissenschaftlichen Ausführung halte ich nur den einen Punkt, die nicht erreichte klare Unterscheidung des Unendlichen im positiven oder realen und im negativen oder formalen (mathematischen) Sinne im Auge, wobei noch die Bemerkung erlaubt sein mag, dass auch die mathematische Lehre und Rechnung des Unendlichen schliesslich doch nur in dieser Unterscheidung ihre endgiltige Begründung finden möchte. Seit Aristoteles hat sich die Philosophie und speziell die Naturwissenschaft nicht mehr klar aus dem Begriffe des negativ oder mathematisch Unendlichen herausgehoben; das ist der Punkt, an dem sich das ganze Verhältniss der Naturwissenschaft zum Denken und zur Philosophie von Aristoteles bis auf diesen Augenblick entwickelt hat.

Die Möglichkeit, diesen folgenschweren und ein Convolut von Entwicklungen enthaltenden Satz in kurzer und doch bündiger Weise zu beweisen, bietet mir die Geschichte des Materialismus von Lange, die

* Wie weit das hier Angedeutete reicht, kann man sich wohl am besten klar machen durch die Thatsache, dass Aristoteles gegenüber Platon, der die Welt ausdrücklich als ein Gewordenes, resp. Geschaffenes aufstellt, die Welt für etwas Ewiges erklärt, und nun Thomas, sein christlicher Schüler, als Philosoph den Satz aufstellt: Mundum creatum esse, sola fide tenetur, und meint, dass philosophisch die Ewigkeit der Schöpfung behauptet werden müsse und könne; vgl. seine Abhandlung: Contra murmurantes.

Schrift, welche unbedingt als die die modernste Naturwissenschaft (seit Humboldts Kosmos) beherrschende anzuerkennen ist, obwohl Lange selbst nichts weniger als ein Materialist ist oder sein will. Das Rätsel löst sich eben durch die Geschichte des Denkens speziell in Absicht auf die Naturwissenschaft. Lange geht davon aus und führt in seiner übrigens in jeder Beziehung ausgezeichneten Schrift aus, dass Demokrit, als Urheber der Atomenlehre, der wahre Begründer der exakten Naturwissenschaft sei, insoweit diese ihrem Wesen nach Materialismus ist, und dass die von Platon und Aristoteles aufgenommene Philosophie des Sokrates, welche sich dann im Mittelalter mit den christlichen Ideen verband, nur als ein — beklagenswertes? — Intermezzo der Weltgeschichte zwischen dem Demokrit und der Höhe der heutigen exakten und materialistischen Naturerkenntniss zu betrachten sei. Diese bei allem sittlichen und wissenschaftlichen Ernste der Durchführung groteske Auffassung, die freilich vollständig dem mit der vorhergehenden Geschichte der Menschheit principiell abschliessenden Geiste des modernsten Materialismus entspricht, wird bei Lange selbst freilich wohl dadurch gemildert und gewissermaassen erträglich gemacht, dass er im tiefsten Grunde seiner Seele nicht Materialist, sondern Poet ist, der die sittliche Bedeutung weder des Sokrates und der alten Philosophie noch des Christentums verkennen will und von oder wenigstens nach dem Siege des Materialismus in der exakten Naturwissenschaft einen neuen sittlichen Aufschwung der Menschheit erwartet; aber der wissenschaftlichen Kritik wird sich doch auch Lange oder würde sich doch auch Lange (denn er ist leider nicht mehr unter den Lebenden, um mit ihm selbst den Strauss auszukämpfen) nicht entziehen wollen, und die lässt uns seine groteske Auffassung eben als das erscheinen, was sie ist, als die Einbildung eines Kranken, über welche der Gesunde zur Tagesordnung übergeht*. Lange spricht sich selbst das Urteil, wenn er anerkennt, dass wir des Begriffes zum Wissen bedürfen (I, 56: »Klar ist so viel, dass wir des Allgemeinen und der Abstraktion b e d ü r f e n, um zum Wissen zu gelangen«) und nun einerseits zugestehen muss, dass nicht durch Demokrit und Protagoras, sondern durch Sokrates Platon und Aristoteles die Menschheit auf diese Grundlage des Wissens gestellt worden ist und doch anderseits diese mitsammt der christlichen Offenbarung, welche diesen Standpunkt aufnahm, nur als ein Hinderniss des im Demokrit glücklich eröffneten geraden Weges zur exakten, d. i. materialistischen Erkenntniss betrachtet. »Ein Schüler von Demokrit und Protagoras,« sagt er daselbst S. 40/41, »der sich, wenn der Ausdruck gestattet ist, von der Philosophie jener Männer (des Demokrit und Protagoras) aus in der Tangente bewegt hätte, statt den sokratischen Umschwung mitzumachen, hätte ganz wohl zu dem Satze gelangen können: der Mensch ist das Maass der Dinge; der einzelne Mensch in seinem momentanen Zustande für die einzelne Erscheinung, der Durchschnittsmensch für eine Summe von Erscheinungen.«

Die letzten Worte zeigen so recht, wie Lange mit seiner grotesken, aber sich selbst ins Gesicht schlagenden Auffassung, — da es doch allzu

* Es mag mir an dieser Stelle die Bemerkung erlaubt sein, wie interessant sich hier die Endpunkte der Entwicklung berühren. Auch die platonische Kritik, wie sie bis jetzt sich Geltung verschafft hat, scheitert daran, dass man den Dichter und den Dialektiker in Platon nicht zu verbinden weiss.

kläglich ist, dem anerkannten wirklichen Urheber das Verdienst zu rauben, um es einem Andern beizulegen, der es möglicher Weise — wie Lange voraussetzt — hätte leisten können, aber notorisch in Wirklichkeit nicht geleistet hat —, eben auch auf dem Boden der modernen Begriffslosigkeit steht, sowie er auch in seinem Verständnisse Platons über den dominirenden kritischen Standpunkt Zellers nicht hinausgekommen ist. Man muss es eben erfasst und verstanden haben, dass Platon, als er den Sensualismus des Protagoras durch den Beweis widerlegte, dass auch nicht einmal eine Wahrnehmung als ein blosser Naturprocess, als eine Stoffbewegung, zu Stande kommen könne, dass aber auch der Begriff als ein zusammenfassendes Allgemeines nur im λόγος wahrgehalten werden könne, eben dadurch mit dem Sensualismus zugleich den ganzen nominalistischen Standpunkt abgethan (der λόγος ist eben nicht die Zusammenreihung von ὄνομα und ὄνομα, sondern die Synthese von ὄνομα und ῥῆμα) und den einzig möglichen Weg der Erkenntniss eingeleitet hatte. Ich berühre nun aber diesen tiefsten Punkt hier nur, um zu zeigen, wie das bei so scharfem Denken so schiefe Urteil Langes möglich war und wie dasselbe in seiner ganzen historisch-kritischen Ausführung sich wiederfindet. Durchaus ungerecht und falsch ist schon sein Urteil über das Verhältniss des Platon und des Aristoteles zur Naturwissenschaft, zunächst in Betreff des Demokrit selbst. In Wirklichkeit ist es Platon, der die Atomenlehre Demokrits, indem er sie mit der Geometrie verknüpfte, in richtiger Weise in die Naturlehre aufnahm, was man erkennen wird, sobald man sich nur in Betreff der platonischen Elementenlehre über das aristotelische in neuester Zeit von Zeller gepflegte Missverständniss, als ob Platon die Welt aus mathematischen (stofflosen) Figuren habe zusammensetzen wollen, erhebt*. Weiterhin in Betreff des platonischen Timäos, den Lange nach dem Vorgange Humboldts keines ernsten Blickes würdigt, obwohl er unter allen Umständen als der erste Versuch einer die Erscheinungen denkend zusammenfassenden Naturauffassung dasteht, an dem namentlich auch die ganze Arbeit des Aristoteles, wenn auch wesentlich im polemischen Sinne sich anschliesst. Aber es steht durchaus nicht so, dass Platon in seiner Naturauffassung, wie Lange, der hier offenbar ohne alle Kritik nur nach vorgefassten Meinungen spricht, meint, wie ein phantastischer Idealist vor uns steht. Schon das ist entscheidend, dass Platon in der für sein Verständniss so wichtigen Einleitung zum Timäos mit voller Klarheit nur den Standpunkt der Hypothese für seine Naturauffassung in Anspruch nimmt, gegenüber der dialektischen, d. h. der im vollen Sinne logischen Durchführung, die allein den Anspruch auf sichere Erkenntniss begründet. Aber nicht bloss methodisch, sondern auch sachlich enthält der Timäos sehr vieles, worin Platon entschieden dem Aristoteles voraus ist, und was nur deshalb so wenig beachtet wird, weil man es nicht verstanden hat. Ich rechne dahin seine Lehre vom Hervorgehen der geometrisch bestimmten Elementarkörper der erscheinenden Welt aus dem indifferenten Urstoffe gegenüber der rein auf einem logischen Kalkül beruhenden Elementenlehre des Aristoteles, seine Ahnung vom Gleichgewichtskampfe in der Bewegung, die Dreiteilung des menschlichen Leibes auf Grund der richtig erkannten Bedeutung des Diaphragma und vieles Andere**.

* Vgl. darüber meine Häckelogonie.

** Vgl. meine Philosophie Platons und die Häckelegonie.

Insbesondere hebe ich noch hervor, dass Platon in Betreff des Stoffes und der sinnlichen Anschauung zu dem Gegensatze des Grössten und Kleinsten gedrängt wurde, der gewissermaassen unsere teleskopische und mikroskopische Wahrnehmung anticipirt und worin, wie auch in der von ihm intendirten Erfassung der Begriffe von Raum und Zeit als blosser Formalbegriffe in unserem (endlichen) Denken die wissenschaftliche Grundlage zur Durchführung des Realbegriffes des Unendlichen angedeutet ist; sowie, dass Platon zuerst durch sein ideales Denken dahin kam, für die Anschauung des Sonnensystems den Standpunkt ausserhalb des Systemes zu nehmen, was allein der wahre Standpunkt des kopernikanischen Systemes ist*, wie auch in dem berühmten, aber noch immer viel zu wenig verstandenen Bilde von der Höhle, worin er das endliche Resultat seines Denkens zusammenfasst, die oben gegebene Ausführung unserer Naturerkenntniss nach dem Maassstabe der Photographie in Kerne enthalten ist. — Was die Bedeutung des Aristoteles als Naturforscher angeht, so ist die früher übertriebene Anerkennung jetzt so in Abnahme gekommen, dass man — auch bei Lange — vor Uebertreibung auch nach der anderen Seite warnen muss. Näher kann ich darauf auch hier nicht eingehen und bemerke nur das eine, dass in Betreff des Weltsystems, wo gerade Aristoteles im Gegensatze zu der platonischen Ahnung der eigentliche Begründer des geozentrischen Systemes ist, welches nach Ptolomäus genannt wird, weil dieser das allzu künstliche System des Aristoteles durch seine Epicyklentheorie vereinfachte, das wirkliche Verdienst des Aristoteles, die Kugelgestalt der Erde wissenschaftlich geltend gemacht zu haben, — was doch immer der erste Schritt der wahren Erkenntniss ist — viel zu wenig gewürdigt wird. Die Wahrheit ist, dass Aristoteles in der Naturwissenschaft wie in allen andern Zweigen der Wissenschaft — mit Ausnahme etwa nur der Mathematik, die bei Aristoteles durchaus nicht so energisch hervortritt, wie bei Platon — jenen seiner Natur nach universalen Charakter des Denkens, der den wahren Sinn der platonischen Ideen- und Logoslehre ausdrückt, in einer solchen Weise geltend gemacht hat, dass, wenn er auch dabei den tiefsten Sinn und die höchste Intention Platons nicht mehr erreichte, doch Jeder sich selbst das Urteil spricht, der, wie Lange es in Betreff der Naturwissenschaft zu Gunsten des Materialismus versucht, nach irgend einer Seite hin ihm seine weltgeschichtliche Bedeutung und seinen weltgeschichtlichen Ruhm verkürzen will. Ich halte hier natürlich nur die naturwissenschaftliche Seite im Auge. Auch Lange muss ja zugestehen, dass, was im Fortschritte naturwissenschaftlicher Erkenntniss von Demokrit bis auf, sagen wir zunächst Kopernikus und Galilei, geleistet worden ist, lediglich dem Verdienste der durch Sokrates angeregten Denkbewegung zufällt, so dass der Materialismus, wo er auftritt, in dieser ganzen Zeit lediglich als ein toter Niederschlag des in seiner grossen Aufgabe ermattenden Denkens in der Menschheit erscheint. Schon Demokrit, der nicht materialistische Tendenzen hat, wird in seinem wirklichen Verdienste als Begründer der Atomenlehre und insoweit der exakten Naturerkenntniss, nicht richtig gewürdigt, wenn er nicht im Zusammenhange mit der ganzen ersten vorsokratischen Denk-

* Ich beziehe mich hier auf die Darstellung des Weltsystemes, die Platon in der Republik dem Armenier Er in den Mund legt und die ich zu den nicht wenigen Stellen rechne, deren richtige von mir gegebene Erklärung von der Kritik schmachvoll ignorirt wird.

bewegung gefasst wird, deren Anstoss Thales gegeben hat, deren wahrer Urheber aber Anaximander war, der es richtig erkannte, dass in dem sprachlichen Ausdrucke des Unendlichen (ἄπειρον) vermöge der Verneinung der Negation, die ja in dem Begriffe des Endes oder der Grenze liegt, das real Unendliche bezeichnet ist, nur nicht als Stoff, wie man ihm fälschlich unterschiebt, und die dann in ihrem weiteren Verfolge nach der einen und der andern Seite die im menschlichen Denken begründeten Grundrichtungen in einseitiger Fassung hervorrief, deren eine Demokrit, dessen Zusammenhang mit der ganzen Entwicklung durch Leukipp man nur nicht übersehen muss, in der Atomenlehre ergriff. Dass Sokrates nicht als Hasser der Natur und der Naturerkenntniss, sondern mit dem klaren Bewusstsein, dass »diese Philosophie« dem Denken keine haltbare Grundlage geben könne, dem sittlichen Bewusstsein in der Menschheit (in der πόλις), aber nicht als einem Individuellen, sondern als einem Gemeinsamen, Allgemeinen, im Begriffe, in der Sprache, sich zuwandte, kann Lange natürlich nicht verstehen; wenn er aber, um vom Protagoras, dessen Relativität und Konventionalität der Begriffe von Sokrates und selbst von Platon keineswegs, wie Lange nach dem geltenden Vorurteile meint, in dem Sinne niedergekämpft wurde, als ob nun mit dem Begriffe metaphysisch auch schon die Sache gegeben sei, zu schweigen, dem Epikur eine wissenschaftliche Krone erringen möchte über das hinaus, dass er die Lehre Demokrits zu einem nun im eigentlichen Sinne materialistischen Systeme zurechtlegte, so ist das ein vergebliches Bemühen, und es ist dabei gar nicht in Rechnung gebracht, dass auch Epikur, den wir ja ebensowenig wie die Sophisten nach dem sittlichen Massstabe der älteren Kritik wegen ihres Denkstandpunktes auch schon in sittlicher und selbst in religiöser Beziehung von vornherein zu verurteilen brauchen, durch die sokratische Schule gegangen ist, wenn er auch mit dem Aristippos nur die sittliche Verfeinerung des Sensualismus aus ihr entnommen hat. Wenn Straton, ein Schüler des Aristoteles, wie später der Haupterklärer des Aristoteles, Alexander von Aphrodisiä, und dann die Stoiker theoretisch nicht weniger wie die Epikureer Materialisten waren, so beweist das nur, dass in der einseitig formal logischen Richtung des aristotelischen Denkens, insoweit es von der idealen Tendenz des platonischen Denkens sich abwendet, der Materialismus begründet ist. Geleistet ist von diesen für die Naturerkenntniss nichts und braucht davon ebensowenig wie vom Römer Lukrez und seinem Lehrgedichte hier die Rede zu sein. — Der ganze wirkliche Fortschritt der Menschheit in der Wissenschaft, und der ist auch doch in der Naturwissenschaft nicht allzu verächtlich anzusehen, wenn wir an Euklid und Apollonius von Pergä in der Mathematik, an Hipparch Aristarch Ptolomäus in der Astronomie, Archimedes in der Mechanik, Theophrast in der Botanik, Herophilus in der Anatomie, Galenus in der Medizin denken, fällt für die ganzen folgenden Jahrhunderte, wie gesagt, zunächst bis zum sechzehnten Jahrhundert nach Christus hin, der durch Sokrates angeregten Denkbewegung anheim. Die denkende Menschheit fand sich auf dem endgiltig zunächst durch Aristoteles geebneten logischen Boden in der Wirklichkeit zurecht; die tiefere Bedeutung der Atomenlehre, die Demokrit geschaffen und Platon in richtiger Weise aufgenommen hatte, lag zunächst verschüttet, nachdem sie durch Epikur mit dem Materialismus vermählt war, der wohl mit grösserem oder geringerem Rechte gegen das bestehende höhere

Bewusstsein in der Menschheit sich auflehnte, selbst aber für die bessere Erkenntniss eben auch gar nichts geleistet hat. —

Hier haben wir nun, ehe wir zu der neuen Zeitwende übergehen, auf die Stellung der christlichen Offenbarung und der Kirche zur Naturwissenschaft einzugehen, gegen die sich Lange in leidenschaftlich befangener Unkenntniss der Thatsachen und Misskenntniss der Verhältnisse ebenso ungerecht verhält, wie er anderseits dem Materialismus ein Verdienst zuschreiben möchte, das er nicht hat. — Um die Stellung des Christentums und der Kirche zur Naturwissenschaft zu verstehen, muss als zweiter Hauptpunkt in der notwendigen Korrektur der geltenden Darstellung der Geschichte der Philosophie das Verständniss des Neuplatonismus ins Auge gefasst werden, wofür ich mich wieder auf meine Geschichte der Philosophie und meine katholische Dogmatik berufe, hier nur das Unerlässliche hervorhebend. Wenn man als das Ziel des platonischen Denkens die Tendenz erkannt hat, im Absoluten die Begriffe des Seins und der Bewegung (des Lebens) nicht zwar zu identifiziren, sondern real zu verbinden, so ist ohne Weiteres klar, dass in der richtig definirten Trinitätslehre das, was Platon begrifflich vergebens erstrebte, in Wirklichkeit gegeben ist, als Mysterium, wenn wir wollen, aber nicht als ein der Definition und dem Denken sich entziehendes Mysterium, sondern, sowie uns naturwissenschaftlich die chemische Neutralisation und psychologisch die Synthese von Geist und Stoff im menschlichen Bewusstsein ein Mysterium ist *. Im richtig erfassten Trinitätsmysterium ist das von Aristoteles vermisste reale Unendliche gegeben, das dem real Endlichen im Denken des Menschen als ein Unerfassliches gegenübersteht, *ὥσπερ ἡ φωνὴ ἀόρατος*, und in dem die Negation, als der Ausdruck des endlichen Gegensatzes, sowie Raum und Zeit, als die Spezifikation der Negation und die ganze u n s e r Denken bedingende Unterscheidung vom Formalen und Realen erlischt, ohne dass deshalb das im Glauben Erkannte ein Unwirkliches würde. Der Neuplatonismus nun, der im dritten Jahrhundert aus dem ersten Zusammenstoss der christlichen Offenbarungslehre mit dem in Alexandria concentrirten Resultate der hellenischen Philosophie und Wissenschaft entsprang, war der verunglückte Versuch, diesen inneren Zusammenhang zwischen der Lehre Platons und der christlichen Offenbarung klar zu legen, wobei ich mich, was den Versuch angeht, darauf berufe, dass Plotinus, der offenkundige Gründer des neuplatonischen Systemes, Schüler, und zwar im eminenten Sinne, Schüler des Ammonius Sakkas, dieser aber ein offenbar in seinem unbefriedigten philosophischen Streben vom christlichen Glauben Abgefallener war. Was die namentlich gegen Zeller durchzuführende Kritik dieser Auffassung angeht, so berufe ich mich neben den vorhin genannten Schriften auf den in der philosophischen Gesellschaft zu Berlin gehaltenen Vortrag und bemerke hier zur Sache nur zwei Punkte, erstens, dass diese ganze erste grosse Denkbewegung in der Kirche ihren Rückhalt hat in dem Kampfe gegen den Gnostizismus (und Manichäismus); es sich also um eine Ehrenrettung des Stoffes und der Feststellung des Schöpfungsbegriffes handelt, wobei aber der Gegensatz

---

* Der Hohn über die christliche Glaubensgrundlehre, der vor Allem das moderne Denken kennzeichnet, ist recht eigentlich die charakteristische Frucht des einseitigen Aristotelismus, der das Gesetz des Widerspruchs zum obersten Denkgesetz macht, ohne es in seiner nur formalen Bedeutung erkannt zu haben; Stimmführer ist auch hierin Zeller.

von Geist und Stoff und die Beziehung der Ursünde im Geisterreiche zur Entwicklung der Schöpfung noch ganz im Unklaren lag; zweitens, dass Plotinus und der Neuplatonismus allerdings in Folge des nicht richtig vollzogenen Denkprocesses intellektuell mit Extase und mystisch-ascetischer Richtung abschloss, dass aber desungeachtet ein gewaltiger auf die Konstruktion der Materie und ihres Verhältnisses zum Geiste gerichtete Denkprocess in ihm vollzogen wurde, der auf die tiefsten Fragen energisch einging und nur daran scheiterte, dass er den Begriff Gottes (des Absoluten) über die absolute abstrakte Einheit nicht zu erheben vermochte und die Bedeutung der Ursünde nicht erfasste. Das Resultat der ganzen Bewegung war demnach ein System, welches unter wesentlich aristotelisch bleibender Form den Schein des platonischen Gedankens annahm und der christlichen Lehre so ähnlich schien, dass es in dem Pseudodionysius Areopagita vollständig wie ein Wechselbalg der wahren christlichen und kirchlichen Philosophie unterschoben werden konnte und dass gerade aus dieser verkrüppelten Richtung der von der Naturerkenntniss so sehr abgewandte Sinn in der Kirche hervorging, das beweist vor Allem der anerkannt grösste und in die ganze folgende Entwicklung am tiefsten eingreifende Theologe und Kirchenlehrer Augustinus, der, wie er über den Neuplatonismus hinaus bis zu dem Grade zur richtigen Erkenntniss Platons sich erhob, dass er geradezu die Leugnung der Ideenlehre als Häresie bezeichnete, weil ohne sie der Materialismus Recht hätte und die Schöpfungslehre nicht zu halten wäre, so nun auch mit der blossen Behauptung sich nicht begnügte, sondern bis zum Ende seines Lebens und noch als Bischof sich angelegentlich bemühte, in einer buchstäblichen, d. h. in einer dem thatsächlichen Bestande der Natur (natürlich nach dem Maassstabe der damaligen Erkenntniss) entsprechenden Erklärung der Genesis die Ausgleichung der empirischen Erkenntniss mit der Offenbarung zu finden. Wir müssen nämlich hier den auch von Humboldt ganz übersehenen Umstand in seinem ganzen Gewicht geltend machen, dass in der Erklärung der biblischen Erzählung der Schöpfungsgeschichte im christlichen und kirchlichen Bewusstsein von vornherein ein mit der ganzen Glaubensgrundlage aufs Innigste gewebtes Motiv, sich mit der Naturerkenntniss zu befassen und auszugleichen, gegeben war, als ein intellektuelles Motiv, welches auf die Dauer viel tiefer, als die von Humboldt wenigstens stark und mit Liebe hervorgehobene und auch von Lange nicht ganz übersehene zu Gunsten des Naturinteresses veränderte Stellung des christlichen Naturgefühles (namentlich bei den beiden Gregoren) auf die Stellung einwirken musste *. Erklärungen der biblischen Schöpfungsgeschichte finden wir fast bei allen Kirchenvätern; unter denselben ragen aber des hl. Augustinus 12 Bücher De Genesi ad literam (der dritte von ihm nach der Genesis contra Manichaeos und der angefangenen Genesis ad literam ausgeführte Versuch) so an Bedeutsamkeit hervor, wie Augustinus in seiner ganzen Autorität als Theolog und Philosoph. Wer sich durch den Umstand, dass natürlich von einer Ueberschreitung des damaligen naturwissenschaftlichen Erkenntnisszustandes oder Maasses auch bei Augustinus nicht die Rede ist, an der Bedeutung

* Vergl. über das ganze Verhältniss eine Reihe von Aufsätzen von mir in Natur und Offenbarung, und dann insbesondere Zöcklers Theologie und Naturwissenschaft mit ihren nachträglichen Ergänzungen.

der Thatsache irre machen lässt, dass ein Mann von der kirchlichen Autorität eines Augustinus Grundsätze wie diese, dass es sich bei der Schöpfung nicht um Wunder, sondern um Naturgesetze handelt; dass, wo die Beobachtung der Naturkundigen etwas dem Wortlaute der Bibel Zuwiderlaufendes erweist, dem Wortlaute zuwider die Beobachtung festzuhalten sei; dass das Wort der Bibel: Gott hauchte dem Adam die Seele ein, dahin zu verstehen sei, dass im Antlitze sich der Geist des Menschen offenbare, aufstellt, der muss entweder ein durchaus verschrobenes Urteil haben oder von einem fanatischen Hasse gegen die Offenbarung beseelt sein. Solche Thatsachen und Wahrheiten brechen sich Bahn, wenn sie auch Jahrhunderte und Jahrtausende unterdrückt liegen. — Sicher können wir mit unendlich grösserem Rechte, wie Lange von Demokrit, von Augustinus, der gleichzeitig den ächten Sinn der platonischen Lehre, das subjektive Recht des philosophischen Denkens (bekanntlich anticipirte Augustinus auch schon den kartesianischen Standpunkt) und der empirischen Naturbeobachtung mit dem kirchlichen Offenbarungsglauben verknüpfte, behaupten, dass hier die volle Entfaltung der Wissenschaft sich hätte unmittelbar anknüpfen können. Dass dies unter dem Drucke der weltgeschichtlichen Ereignisse (die dies an seiner Person gewissermaassen zeigten; Augustinus starb, während Hippo von den Vandalen belagert wurde) nicht geschah, sollte doch bei billigem Urteil nicht als Beweis dafür gelten, dass der Geist der Offenbarung und der Kirche der Naturerkenntniss abhold sei. Ich bestreite, dass dies auch selbst durch die Haltung der Kirche im Mittelalter bewiesen wurde. Dass, als nach dem Zusammensturze der alten Welt durch die Völkerwanderung und den Muhamedanismus die Kirche ihrem höheren Berufe gemäss die Weiterführung der menschlichen Entwicklung wieder aufnahm, dies zunächst durch Anknüpfung an die konservirten Reste der antiken Kultur und Wissenschaft geschah, daraus der Kirche einen Vorwurf zu machen, statt ihr zu danken, ist ja in der That mehr als kindisch und gedankenlos. Die Naturwissenschaft spielte dabei ihre Rolle, natürlich nicht im materialistischen Sinne, sondern nach Maassgabe der christlichen Erkenntniss, der die Natur nicht das All der Dinge, sondern die körperliche (stoffliche) Seite der Schöpfung ist, sowie der damals geltenden Grundsätze und erlangten Erkenntniss, und wenn nun die Geschichte die Thatsache aufweist, dass von Seiten des Muhamedanismus eher als von der christlichen Kirche ein wirklicher neuer Angriff auf Fortführung der Naturerkenntniss gemacht worden ist, so ist natürlich dieses Verdienst ungeschmälert anzuerkennen, aber doch das Verhältniss richtig zu stellen. Vor Allem nämlich ist hervorzuheben, dass dem Materialismus dieses naturwissenschaftliche Verdienst der Araber nicht zu Gute kommt, sondern ebenso gut wie alle anderen Anregungen dem platonischen und aristotelischen logischen Standpunkte. Wenn aber die Araber hier dem Christentume einen Augenblick vorauseilten, so ist weiter als die Hauptthatsache zu bemerken, dass es sich bei ihnen auch nur um eine vorübergehende und nicht sehr tief gehende Erhebung handelte, während aus dem Christentume und der Kirche endgiltig die ganze in ihrem gewaltigen Resultate gewiss nie wieder rückgängig werdende Erhebung hervorgegangen ist, um deren wahres Verständniss es sich jetzt handelt. Ueber diese Bedeutung der mittelalterlichen Wissenschaft gerade auch für die im gewissen Sinne durch deren Untergang bedingte moderne Naturwissenschaft hat

sich Humbold im zweiten Teile seines Kosmos so gründlich ausgesprochen, dass hier nichts hinzuzusetzen ist. Die Hemmung, welche die naturwissenschaftliche Erkenntniss in jener Periode fand und welche uns die Verhältnisse so vielfach im düsteren Lichte erscheinen lassen, sind nicht im Wesen der Offenbarung und der Kirche, sondern, abgesehen von den allgemeinen menschlichen Verhältnissen, in der jenes Zeitalter charakterisirenden Verschmelzung des Kirchlichen mit dem Politischen begründet, dürfen also dem Wesen des Glaubens und der Offenbarung nicht zugeschrieben werden und konnten auch so den innigen Verband der christlichen Glaubenswissenschaft mit der Naturerkenntniss und selbst den Fortschritt in dieser nicht aufheben und aufhalten. Naturlehre und Naturphilosophie bilden einen wesentlichen Teil der scholastischen Philosophie und Theologie; Albertus, der Hauptgründer der ausgebildeten Scholastik, war ein für Naturerkenntniss begeisterter Mann; Roger Bakon beschritt mit eindringendem Ernst die Bahn der ächten Naturforschung, und selbst als Thomas von Aquin die scholastische Wissenschaft in einer solchen Weise vollendete und abschloss, dass dadurch diesem lebendigeren Erkenntnissstreben ein Ziel gesetzt und fast der Quell verstopft wurde, geschah dies dennoch mit der Restriktion, dass er in der Erklärung der Genesis wenigstens auf den Augustinus zurückgriff; und wie endlich die Scholastik im Nominalismus endete, dessen Kehrseite die empirische Erkenntniss der Dinge ist, da hätte an und für sich nichts gefehlt, um ohne inneren Bruch mit der Offenbarungswahrheit und dem Glauben den grossen Process der wahren Naturwissenschaft zu vollziehen, wie denn schon Nikolaus von Cusa, der es mit der Reform der Scholastik und der Kirche einigermaassen ernst nahm, mit Recht als Vorläufer des Kopernikus betrachtet werden kann, wenn man einerseits die Reform der Kirche und anderseits das Eindringen in den ganzen Sinn der Offenbarung und der Glaubenswahrheit (die Reform der Philosophie) mit durchgreifendem Ernste und Energie in Angriff genommen hätte. Eine Ausführung dieser versöhnenden Auffassung liegt nicht in meinem Plane; ich begnüge mich der Darstellung Langes gegenüber nur den einen Punkt herauszustellen, dass auch noch in der Wendung zur modernen Naturwissenschaft die Behauptung wahr ist, dass nicht dem Materialismus und dem Unglauben, sondern der höheren Anregung der ganze Fortschritt zu Gute geschrieben werden muss und dass der Materialismus und der Unglaube nur in dem Maasse zu einer herrschenden Macht geworden sind, als das Denken (in der Philosophie und Theologie) seine Pflicht nicht gethan hat. Alle schaffenden Heroen der neueren Naturwissenschaft von Kopernikus und Galilei an bis auf Cuvier, Müller und Baer sind Männer des Glaubens gewesen; Kants grosse naturwissenschaftlichen Gedanken sind die Frucht seiner ersten noch ganz im Glauben stehenden Periode, und selbst Darwin ist für seine gottlosen Konsequenzen eigentlich nur eingefangen worden. Die Atomenlehre schon gleich bei ihrer Erneuerung durch Gassendi in Widerspruch tretend mit dem mathematischen Momente in Deskartes statt im platonischen Sinne mit ihm verknüpft zu werden, drängt sich als die richtige Grundlage der exakten Naturwissenchaft der unklaren Erkenntniss, der unklaren Philosophie, gegenüber, (selbst Leibnitz' Monadenlehre ist ja nur eine quasi vergeistigte Atomenlehre) mehr und mehr in den Vordergrund des Denkens, welches im englischen Sensualismus seine Grundlage in der Sprache vollständig aufgibt, und als dann Kant, von der Empfindung und Ahnung

(mehr darf man nicht sagen) getragen, dass in der aristotelischen Logik ein Manko ist, den Versuch macht, den Erkenntnissprocess zu restituiren, aber an diesem Versuche scheitert, da hat das Denken der nun nach allen Seiten bis ins Einzelste durchgeführten Beobachtung gegenüber den Halt verloren, und daraus ist der begriffslose chaotische Zustand geworden, in dem wir uns heute befinden und dem die ideale Naturauffassung ein Ende machen soll. Um nur das Eine zur Begründung dieser meiner Auffassung hier anzuführen, wie die dunkle Stelle bei Aristoteles in seinen Kategorien liegt, wo er die logisch formale und die metaphysisch reale Seite des Begriffes nicht auseinanderzuhalten wusste, weil er die Negation nicht verstanden hatte, so hat Kant, statt jene richtige Ahnung von diesem Grundfehler der aristotelischen Logik, von der seine Philosophie ausging, durchzusetzen und so den christlichen und, sagen wir es kühn, den ächten kirchlichen Standpunkt der Erkenntniss zu gewinnen, sein nun im schlimmsten Sinne scholastisches Kategorienschema aus den Urteilsformen der vulgären Logik entnommen; den sokratischen Standpunkt des Begriffes, der, was Platon klar wurde, nur in der Sprache, im λόγος, wahr gehalten werden kann, hat er nicht wieder erreicht und so die Philosophie und mit ihr die ins Immense der Beobachtung im Einzelnen angewachsene Naturforschung dem begriffslosen Zustande anheimgegeben, wo sie nicht mehr versteht, was Aristoteles mit dem ἄπειρον ὥσπερ ἡ φωνὴ ἀόρατος wenigstens sagen wollte. Soll ich zur Kennzeichnung unseres gegenwärtigen begriffslosen und darum unsäglich verworrenen naturwissenschaftlichen Standpunktes ein Hauptwerk anführen, so wüsste ich kein schlagenderes als Nägelis mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, ein Werk, welches gewiss den vollen Anspruch hat, auf der Höhe der modernsten durch den Darwinismus charakterisirten Naturwissenschaft zu stehen. Nägeli ist nicht Materialist und als Naturforscher ein Gegner Darwins; aber dem Bedürfnisse eines zusammenhängenden und die Erscheinungen begründenden Denkens weiss er nur durch die Supposition des von ihm nicht gefundenen, sondern erfundenen Idioplasma zu genügen, welches als eine verborgene und jeder Beobachtung unzugängliche materielle Potenz in jedem Protoplasma (jeder Zelle) als das die Form bestimmende Element enthalten sein soll, welches nun aber, sowie es der Beobachtung unzugänglich ist, in der That auch nichts leistet, da ausser einigen sehr allgemeinen Grundgesetzen auf Erklärung der Formen ausdrücklich verzichtet wird. Den Ausgangspunkt für eine solche Verwirrung des naturwissenschaftlichen Denkens, als welche ich doch eine solche Theorie nur bezeichnen kann, suche ich in der Misskennung der Zelle als des begrifflichen Elementarorgans des Organismus. Nägeli meint, um der falsch idealistischen ins Mystische und Metaphysische umschlagenden Auffassung des Begriffes zu entgehen, den Begriff als das unerlässliche logische Denkmoment in der Zelle verleugnen zu müssen. (p. 72: »Die Zelle ist für den morphologischen Aufbau eine sehr wichtige Einheit, aber nicht etwa allgemein die Einheit schlechthin.«) Ich frage, welche ist es denn und warum soll es die Zelle nicht sein?

Ich muss aber nun, um zum Abschluss zu gelangen, noch einmal einen Blick auf das Mittelalter zurückwerfen, schon allein deshalb, weil mir noch gerade vor Beendigung meiner Arbeit in dem grossen zweibändigen Werke: Die Lösung der Welträtsel von T. Pesch, S. J., der

mit grossem Eklat durchgeführte Versuch entgegentritt, die moderne Naturwissenschaft ohne Verleugnung ihrer Resultate und ihres wissenschaftlichen Charakters aus ihrem ungläubigen materialistisch angehauchten Zustande auf den Boden der mittelalterlichen Scholastik zurückzuführen. Ich muss, um dagegen meinen Standpunkt zu begründen, auf den Zusammenhang der geschichtlichen Entwicklung zurückgreifen. Ich erinnere daran, dass die dogmatische Bestimmung des Conc. Later. IV, welches recht eigentlich die Höhe der mittelalterlichen kirchlichen Entwicklung — 1215 unter Innocenz III. — bezeichnet, über die Trinitäts- und Schöpfungslehre der feste dogmatische Anhaltspunkt meiner idealen Naturauffassung in philosophischer und theologischer Beziehung ist. Thomas von Aquin, der für die folgende Zeit die maassgebende Autorität in der Kirche wurde, machte diese dogmatische Erklärung noch nicht zur Grundlage seiner Spekulation, offenbar, weil er, indem er Gott wohl einerseits als die absolute Substanz und anderseits als den reinen actus bestimmte, noch nicht bis zum Verständnisse der platonischen Intention, im Absoluten Sein und Bewegung (Substanz und Aktus) real zu verbinden, kam, und konnte deshalb natürlich auch keine weiteren Konsequenzen daraus ziehen, sowie er ja auch kein eigentlich naturwissenschaftliches Bedürfniss mehr empfand (wie es bei seinem Lehrer Albertus der Fall war). Ueberaus merkwürdig aber ist es, bis zu welchem Grade es bisher übersehen worden ist, wie Dante in seinem Weltgedichte poetisch das ergänzte, was sein Meister Thomas logisch versäumt hatte. Denn Dantes ganzes Gedicht beruht ja auf dem Gedanken, den ich zur Grundlage meiner idealen Naturauffassung mache, wie nicht allein die Konstruktion von Hölle Fegefeuer und Paradies (Himmel) mit dem in dem Centrum des Höllentrichters eingekeilten Satan beweist, sondern auch am Schlusse des Ganzen im XXIX. Gesange des Paradieses, Vers 1—60*, ausdrücklich klar und bündig

* So viel, wenn beide Kinder der Latona,
Vom Widder eins bedeckt, eins von der Wage,
Sich mit dem Horizont zugleich umgürten,
Vom Zeitpunkt ist, da beim Zenith die Zunge
Einspielt, bis, Hemisphären tauschend, beide
Aus dieses Gürtels Gleichgewicht sie kommen;
So lang verblieb, das Angesicht mit Lächeln
Geschmückt, Beatrix schweigsam nach dem Punkte
Fest blickend, welcher mich besieget hatte.
Dann fing sie an: »Ich sage dir, nicht frag' ich,
»Das, was du hören willst, weil ich's geschauet
»Dort, wo sich jeglich Wann und Wo verknüpfet.
»Nicht um für sich des Guten zu erwerben,
»Was nimmer sein kann, nein, dass glanzentstrahlend
»Ihr Glanz ‚Ich bin vorhanden' sagen könne,
»Erschloss in ihrer Ewigkeit sich, ausser
»Der Zeit und jeglicher Begrenzung, wie's ihr
»Gefiel, die ew'ge Liebe in neuen Lieben.
»Und nicht lag sie vorher gleichsam erstarret,
»Da kein Vorher und kein Nachher vorausging
»Dem Wallen Gottes über diesen Wässern;
»Hervor ging Form und Stoff rein und vereinet
»Durch einen Akt, der sonder Fehl, wie einem
»Dreisträng'gen Bogen drei Geschoss' entfliegen.
»Und gleichwie im Krystall, Glas oder Bernstein
»Ein Strahl so schimmert, dass von seinem Kommen,
»Bis er es ganz erfüllt, kein Zwischenraum ist,

ausgesprochen wird. — Die scholastische Wissenschaft selbst verlor sich nach Thomas immer mehr in Formalismus, und dem entspricht es, dass im Concil von Vienne (1311) der scholastische Terminus der anima rationalis als der forma corporis in den dogmatischen Ausdruck aufgenommen wird. Das ist der Punkt, an den das neueste Unternehmen der Jesuiten, die moderne Naturwissenschaft auf die Scholastik zurückzuführen, anknüpft. Pesch unternimmt es mit einer unleugbaren Ueberlegenheit im scholastischen Wissen und einer nicht geringen Bewandertheit in der Naturwissenschaft, die moderne Auffassung aus ihrer materialistischen und ungläubigen Befangenheit herauszuwerfen und auf den Standpunkt der christlichen Erkenntniss zurückzuführen ganz und gar und lediglich auf Grundlage des aristotelisch-scholastischen Formbegriffes. Wie nahe er dadurch dem modernen (physiologischen) Materialismus kommt, das wird man empfinden, wenn er keinen Anstand darin findet, das Gehirn als das Denkende zu betrachten und nicht als das Organ des Denkens. Wie die Form überhaupt nur die andere Seite der Realität an dem materiell Erscheinenden, so ist das Selbstbewusstsein, die denkende Seele nur die Form, die geistige Kehrseite des Gehirnes. Das ist genau dasselbe, was unsere modernen Psychophysiker sagen. Pesch wird sich wahrscheinlich etwas anderes dabei denken, als Fechner; aber die Frage, wie Geist und Stoff real verschieden und doch im Menschenbewusstsein eins sein können, ist damit nicht gelöst, und so wenig wie dem Denken damit ein Genüge geschieht, ist irgend etwas zur Erklärung des Thatbestandes und der Wirklichkeit geleistet. Das kann uns aber nicht genügen, und ein solcher Sieg über den Materialismus möchte wohl nur ein Pyrrhus-Sieg sein; ja, wenn Pesch ausdrücklich dem Tiere eine materielle Seele und dem Menschen nur wegen ihrer höheren Thätigkeit eine geistige Seele zuschreibt, so muss ich das logisch als baaren Materialismus erklären. Was meine ideale Auffassung angeht, so glaube ich doch bewiesen zu haben, in welcher Weise ich die Aufgabe mit dem modernen Standpunkte der

---

»Also entstrahlte die dreiförm'ge Wirkung
»Aus ihrem Herrn hervor das All in's Dasein,
»Ohn' einen Unterschied in ihrem Ausgang.«
. . . . . .
»Ordnung und Zweck ward eingeschaffen allen
»Substanzen, und zum Gipfel wurden jene
»Der Welt, in denen reiner Akt erzeugt ward.
»Am tiefsten stellte reine Möglichkeit sich,
Im Mittel Möglichkeit und Akt verknüpfet
»Durch solches Band, das nimmer wird gelöset.«
»Jetzt weisst du, wo und wann sothane Lieben
»Geschaffen sind und wie, so dass verlöschet
»In deinem Wunsche sind schon drei der Gluten.
»Und nicht gelangte zählend man zur Zwanzig
»So schnell, als drauf ein Teil der Engel trübte
»Die Unterlage eurer Elemente.
»Der andre blieb zurück, mit solcher Lust dann
»Die Kunst beginnend, die du hier gewahrest,
»Dass er sich nimmermehr vom Kreisen trennet.
»Des Falles Anbeginn war die verfluchte
»Hoffart Desjenigen, den du zusammen-
»Gedrückt von aller Welt Gewicht erblickt hast.
»Bescheiden blieben Die, so hier du schauest,
»Als Werke sich erkennend jener Güte,
Die sie bereit schuf zu so hoher Einsicht.«

durchgeführten Beobachtung wieder an den von Sokrates begründeten Standpunkt des Begriffes anzuknüpfen, zu lösen gedenke; des Begriffes aber, der ohne das ideale Moment in der Wirklichkeit nicht durchzuführen ist. Darin ist, was die Hauptsache ist, eine sichere Methode begründet, welche die Kontrole durch die Thatsachen möglich macht und erheischt, und so ein naturwissenschaftliches Recht in Anspruch nimmt. Dass eine in dieser Weise durchgeführte Naturwissenschaft den Keim zu einer Revolution im guten Sinne, zu einer Reform im ganzen Stande unserer Erkenntniss nach allen Seiten hin und im versöhnenden Sinne in sich trägt, wird dann schon zum Bewusstsein kommen. Entwicklung und Schöpfung sind keine sich ausschliessenden Begriffe, sobald man nach dem wirklichen Stande des menschlichen Bewusstseins den in der Sprache gegebenen Begriff und nicht das physische Individuum als die Grundlage der Denkoperation, d. i. das Denken als die Thätigkeit der geistigen Substanz und nicht als eine Atomenverbindung erkannt hat, welche ja selbst erst durch die Zelle zur Einheit einer höheren die ganze Stofferscheinung überbietenden Organisation erhoben werden musste, um im Menschen als der Vollendung der Schöpfung die reale Verbindung des Geistes mit dem Stoffe zu ermöglichen. Der Begriff setzt die Vorstellung voraus, wie die Schöpfung des Menschen die Ausgestaltung und Organisation des chaotischen Stoffes. Denkend im Begriffe befinden wir uns nicht innerhalb des Stoffes und seiner Individualisationen, sondern innerhalb des Gegensatzes von Geist und Stoff als des Urgegensatzes und der Realität der Schöpfung, sowie wir den Begriff, obgleich er selbst in der Vorstellung bleibt, doch nur haben können durch Abstraktion von der Vorstellung, insoweit diese mit der Wahrnehmung zusammenfällt und anderseits Begriffe nur wirklich sind in der Sprache, die ihrem Wesen nach Verbindung von Begriffen (resp. Vorstellungen) ist, wobei ich der herrschenden Unkritik wegen unablässig wiederhole, dass der in der Sprache gegebene Standpunkt des in der menschlichen Gemeinschaft denkenden und zum Denken gelangenden Individuums die Wirklichkeit, das menschliche Individuum als blosser Naturorganismus aber eine Fiktion ist, gerade so gut wie das Atom, wenn man es absolut denkt. So können wir verstehen, dass Denken und Schöpfung (Denken von uns, und Schöpfung von Gott aus) correspondirende Thatsachen und Begriffe sind, wie Endliches und Unendliches (ὥσπερ ἡ φωνὴ ἀόρατος), aber eben deshalb auch, dass wir mit unserem an den Begriff und die Vorstellung gebundenen Denken die Schöpfung nicht adäquat denken können, so wenig wie wir die Form, die vorübergeht, als die ewige setzen dürfen.

Die einzige uns Menschen mögliche und menschlich nächstliegende Weise, die Schöpfung zu denken, ist die Poesie, in dem Sinne, wie die Hellenen in den Begriff des menschlichen Thuns (ποιεῖν) den Begriff des Schaffens gelegt haben, nur dass wir dieses göttliche Thun, das nach seinem Wesen nur aus der Liebe verstanden werden kann, als den durch die Störung, welche durch die Sünde in die Schöpfungsverhältnisse gekommen ist, ihr aufgenötigten idealen Kampf ums Dasein verstanden haben müssen. So komme ich schliesslich wieder mit Lange überein, wenn dieser nach dem Siege der exakten Naturauffassung im Materialismus poetisch einen neuen sittlichen Aufschwung in der Menschheit erwartet, nur dass auch die Poesie in der Menschheit im Glauben und im Denken verstanden sein muss. —

# Inhaltsanzeige.


| | | Seite |
|---|---|---|
| I. | Die Astronomie und das Unendliche . . . . . . . . | 1—24 |
| II. | Der Stoff und die Bewegung . . . . . . . . . . | 24—70 |
| III. | Die Gestaltung und der Organismus. Der Krystall. . . . . . | 70—92 |
| IV. | Die Zelle als Grundlage des Organismus . . . . . . . | 92—128 |
| V. | Das Pflanzenreich . . . . . . . . . . . . . | 128—274 |
| VI. | Das Tierreich . . . . . . . . . . . . . . | 274—329 |
| VII. | Beziehung des Pflanzenreichs und Tierreichs aufeinander und Zielpunkt der ganzen Organisation . . . . . , . . . . . | 329—360 |
| VIII. | Das Werden und die Geologie . . . . . . . . . | 360—376 |
| IX. | Der Mensch . . . . . . . . . . . . . . . | 376—404 |
| X. | Blick auf die Geschichte der Naturwissenschaft in ihrer Beziehung zur Geschichte der Philosophie . . . . . . . . . . | 404—422 |


## Illustrationen.


S. 129: Längsschnitt der Kapsel von Polytrichum piliferum.
S. 131: Funaria hygrometrica
(Beide aus Sachs' Lehrbuch der Botanik).
S. 338: Eine noch im Wachsen begriffene Zelle.


## Nachträglich bemerkte Druckfehler:

S. 130, Zeile 18 von oben lies sog. prophetischen statt xonprophetischen.
S. 216, Zeile 11 von oben lies vermischendes statt verwischendes.
S. 362, Zeile 18 von unten lies vegetativ statt negativ.
S. 395, Zeile 20 von oben lies ureinen statt unreinen.
S. 399, Zeile 7 von oben tilge das Komma hinter Geistes.

GEORG PAUL
Fd. Schneider's Nachf.
Buchbinderei
BAMBERG.

Michelis, Friedrich,

Das Gesammtergebnis der Naturforschung denkend erfasst

Freiburg i. B. 1885

Bamberg, Staatsbibliothek -- H.n.o.68-m
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11835473-5